

دکتر حسنعلی غیور، استاد دانشگاه اصفهان

دکتر محمدرضا کاویانی، استاد دانشگاه اصفهان

بهرام محسنی، دانشجوی دکتری اقلیم دانشگاه اصفهان

شماره مقاله: ۶۲۷

H. A. Ghayoor, Ph.D

M. R. Kaviani, Ph.D

B. Mohseni, Ph.D

برآورد سطح پوشش و مقدار ریزش برف در ارتفاعات شمال تهران مطالعه موردی: حوضه رودخانه تجریش (دربند و گلابدره)

چکیده

برف یکی از صور مختلف بارش است که از چگالش توده‌های هوای مرطوب در طی صعود و در شرایطی که درجه حرارت هوا کمتر از نقطه انجماد باشد صورت می‌گیرد. در این وضعیت به جای قطرات آب، بلورهای شش وجهی یخ به وجود می‌آید که به تدریج در اثر برخورد و پیوستن به یکدیگر دانه‌های برف با اندازه‌ها و شکل‌های گوناگون ایجاد می‌شود. تفاوت در ساختار فیزیکی باران و برف منشاء اثرات مهمی در خصوصیات محیط طبیعی محدوده تحت ریزش آن است که اگرچه در طول سالیان متمادی، آن را به عنوان یک واحد اکولوژیکی ویژه و متفاوت از محیط اطراف خود معرفی کرده است علاوه بر آن تأثیرات کوتاه مدت سالانه، فصلی و ماهانه نیز بر آن حکمفرماست که اطلاع از کمیت و کیفیت آن در هر منطقه برای برنامه‌ریزی‌های ملی، منطقه‌ای و محلی ضروری است. برآورد این وضعیت با استفاده از روش‌های تجربی مختلفی از جمله درجه - روز، بیلان انرژی، تصاویر ماهواره‌ای و درجه حرارت - بارش متداول است که هر یک آنها بنا به اطلاعات و داده‌های در دسترس نیز متفاوت می‌باشد. به طور کلی هر مقدار که تعداد پارامترهای مورد نیاز محاسبه، متعدد باشد برآوردها نیز دقیق‌تر خواهند بود. در حوضه‌هایی که داده‌های مستقیم برف‌سنجی وجود ندارد می‌توان با استفاده از یکی از روش‌های تجربی مقدار سطوح پوشیده از برف را برآورد نمود.

در این تحقیق با استفاده از داده‌های مربوط به درجه حرارت شامل میانگین حداقل، میانگین حداکثر و میانگین ماهانه و سالانه و نیز آمار میانگین بارش ماهانه و سالانه ۶

ایستگاه کلک چال، مهرآباد تهران، شمال تهران (اقدسیه)، کرج، آبعلی و دوشان تپه در یک دوره آماری ۲۰ ساله و نقشه توزیع ارتفاعی حوضه به برآورد حداکثر، حداقل و میانگین سطوح پوشیده از برف و ذوب آن در ماه‌های مختلف سال پرداخته شده است. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که برف‌گیری در حوضه مورد مطالعه از ماه اکتبر شروع شده و در ماه‌های دسامبر و ژانویه به حداکثر خود می‌رسد و به تدریج از سطوح آن کاسته شده و در ماه مه به حداقل خود رسیده و به تدریج تمام می‌شود به طوری که در ماه ژوئن در هیچ سطحی از حوضه، برف وجود ندارد. میانگین ضریب برفی حوضه نیز از ۹۲/۵ درصد در ماه ژانویه تا ۰/۹ درصد در ماه اکتبر می‌باشد همچنین نتایج نشان می‌دهد که برف دائم در حوضه وجود ندارد.

کلید واژه‌ها: حوضه رودخانه تجریش، دربند، گلابدره، میانگین حداقل و حداکثر دما، خطوط همبارش، خطوط همدمای برف، هیدرولوژی برف، ضریب برفی بودن، تهران، سطح پوشش برف.

مقدمه

در برخی مناطق کشور به ویژه در ارتفاعات، نوع بارش غالب به صورت برف می‌باشد که منبع مهم جریان رودخانه‌ها نیز محسوب می‌شود. خصوصیات برف به صورتی است که تفاوت‌های هیدرولوژیکی و اکولوژیکی متنوعی را در محدوده تحت ریزش خود نسبت به باران ایجاد می‌نماید. این تفاوت‌ها می‌تواند منشاء اثرات مهمی در محیط طبیعی خود باشد که شناخت چگونگی این تأثیرات قادر است برنامه‌ریزان را در امر استفاده بهینه از پتانسیل‌های محیطی یاری دهد لذا صرف‌نظر از چگونگی پدیده ذوب در مناطق کوهستانی، اطلاع از سطح ماندگاری برف و تداوم آن در ماه‌های مختلف سال نیز ضروری است.

اهمیت، ضرورت و هدف

در بررسی بارش حوضه‌ها نباید تنها به برآورد میزان ریزش اکتفا نمود چون در شرایط مساوی از نظر مقدار، نوع بارش اعم از باران یا برف نیز حائز اهمیت است زیرا تفاوت‌هایی را در ساختار و شرایط کليماتولوژیکی، هیدرولوژیکی، هیدروژئولوژیکی، ژئومورفولوژیکی و اکولوژیکی حوضه‌ها ایجاد می‌نماید که اهم آن به شرح زیر می‌باشد:

۱. ریزش برف در حوضه‌ها کمتر منجر به ایجاد سیلاب‌های ویرانگر می‌شود.
۲. ریزش برف با توجه به تداوم ماندگاری آن بر سطح حوضه‌ها می‌تواند میزان ذخیره جریان پایه رودخانه‌ها را در طی سال تضمین نماید.

۳. اکثر حوضه‌های ایران مقدار بارش خود را در فصول سرد و یا غیر فصل رشد دریافت می‌کنند که حاصل آن عدم تطابق فصل بارش و رویش است لذا لزوم ذخیره بارش برای فصل رشد در ایران همیشه وجود دارد. این ذخیره معمولاً از طریق ایجاد سدها و انجام عملیات آبخوانداری تأمین می‌شود که ریزش برف به نوعی به صورت طبیعی کمک به این امر است لذا اطلاع از کمیت برف در حوضه‌ها می‌تواند برنامه‌ریزان آب کشاورزی را در جهت میزان تأمین جریان آب پایه رودخانه‌ها کمک کند. همین امر در مورد حوضه‌هایی که عمدتاً آب شرب ساکنین خود را تأمین می‌کنند نیز صادق است.
۴. ریزش برف نسبت به باران، بیشتر به پدیده نفوذ در حوضه‌ها کمک کرده و باعث تقویت و تغذیه آبهای زیرزمینی مخصوصاً چشمه‌ها شده که این امر می‌تواند موجب رونق اقتصادی از قبیل فعالیت‌های کشاورزی و رشد عملیات شیلات مثل پرورش ماهی‌های سرد آبی گردد.
۵. در محدوده‌های تحت سیطره برف بنا به کیفیت نفوذ و تأمین رطوبت خاک، گیاهان با ریشه‌های عمیق، پایا و بالش وش (شبه گون) رشد می‌کنند که همین امر در میزان تراکم پوشش گیاهی منطقه و تأثیرات زیست‌محیطی و اقتصادی ناشی از آن مؤثر است.
۶. نوع و سیستم‌های مسلط فرسایشی در محدوده‌های پوشیده از برف متفاوت از باران است به گونه‌ای که باران منجر به شسته شدن خاک سطحی می‌گردد در صورتی که برف به فرآیند تشکیل و تکامل خاک کمک می‌کند. تفاوت در تکامل و حاصلخیزی خاک، رشد بیشتر پوشش گیاهی را به همراه دارد که خود باعث تغییرات کلیماتولوژیکی و اکولوژیکی حوضه خواهد شد.
۷. تداوم سطوح پوشیده از برف در حوضه‌ها می‌تواند عملیات مرتع‌داری از قبیل فعالیت‌های کاشت بذر و نهال گیاهان مرتعی را با موفقیت مقرون سازد اطلاع از این سطوح در طی ماه‌های سال برای برنامه‌ریزان ذیربط ضروری است.
۸. معمولاً محدوده‌های تحت ماندگاری برف کمتر در دسترس بشر و تغییرات ناشی از فعالیت‌های آن است. لذا معمولاً این مناطق جایگاه رشد گونه‌های بومی و نادرست‌اند، در نتیجه ارزش اکولوژیکی و اکوتوریستی آنها بیشتر از سایر نقاط است. بررسی این سطوح می‌تواند به برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی و توریستی کمک کند.
۹. در برخی از فعالیت‌های نظامی، انجام عملیات مین‌کاری و مین‌روبی ضروری است.

یکی از موانع این امر وجود سطوح پوشیده از برف در ارتفاعات است لذا اطلاع از میزان این سطوح در طی ماه‌های مختلف سال عملیات مذکور را می‌تواند قرین موفقیت کند.

۱۰. در مناطق پوشیده از برف به لحاظ شرایط اقلیمی حاکم بر آن، طول فصل رشد کمتر از سایر نقاط است. طول این فصل می‌تواند منشاء تحولاتی در زمینه نوع پوشش گیاهی منطقه باشد که تفاوت در ساختار اکولوژیکی آن را نیز به همراه دارد.

با توجه به نکات فوق، صرف نظر از مقدار و چگونگی ذوب برف در حوضه‌های کوهستانی، ماندگاری و تداوم آن خود صرفاً یک پتانسیل محیطی محسوب می‌شود.

حوضه مورد مطالعه در مجاورت کلانشهر تهران و یکی از مناطق مهم گردشگری آن است. روند افزایش جمعیت نیز در این محدوده به صورتی است که منابع اکولوژیک آن به سرعت در حال نابودی و ویرانی است. لذا اطلاع از سطوح پوشیده از برف و حد ماندگاری آن در طی ماه‌های مختلف سال جهت برنامه‌ریزی‌های بهینه در استفاده از پتانسیل‌های محیط طبیعی ضروری است. داده‌های مستقیم برف‌سنجی وجود ندارد. لذا هدف اصلی این مقاله برآورد سطوح پوشیده از برف و ماندگاری آن در ماه‌های مختلف سال در این حوضه با استفاده از عناصر دما و بارش است.

پیشینه تحقیق

در ایران مطالعات چندی در رابطه با پدیده فوق انجام گرفته است که برخی از آنها عبارتند از:

۱. پرهمت و رئیسی اردکانی (۱۳۷۳)، به بررسی ذوب برف در ارتفاعات زاگرس پرداخته‌اند. در این بررسی، ذوب برف به وسیله یک دستگاه لیسیمتر برف به ابعاد 19×19 متر در ارتفاع ۲۸۱۰ متری زاگرس به مدت ۱۴ روز در فصل بهار به طور ساعتی اندازه‌گیری شده است به طور همزمان با نصب یک ققره ایستگاه هواشناسی عوامل مؤثر بر ذوب از قبیل درجه حرارت متوسط ساعتی و روزانه، درجه حرارت حداکثر و حداقل تر روزانه، سرعت باد، نم نسبی، مقدار ساعت آفتابی و بارندگی روزانه نیز اندازه‌گیری شده‌اند. ذوب برف به روش‌های بیلان انرژی، درجه روز و ترکیبی و یا همبستگی چندگانه با استفاده از عوامل هواشناسی محاسبه گردیده و سپس این سه روش محاسباتی با نتایج ذوب برف حاصل از لیسیمتر مقایسه شده است.

۲. مرید و قائمی (۱۳۷۳)، به عنوان بخشی از مطالعات طرح جامع آبخیزداری دماوند به بررسی تحلیل برف در حوضه آبخیز رودخانه دماوند پرداخته‌اند. در این تحقیق با استفاده از عوامل هواشناسی بارندگی و درجه حرارت و بدون آمار مستقیم برف سنجی مقدار ریزش برف سالانه، ذوب برف و نهایتاً پیشروی و پسروی برف در ماه‌های مختلف با استفاده از مدل‌های کامپیوتری (Tabsnow) که مخصوص این گونه مطالعات است، بررسی شده است.
۳. علیجانی و فتاحی (۱۳۷۷)، مدل تحلیل کمی ذوب برف در مورد حوضه سد لتیان را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. در این تحقیق سری اطلاعات (بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی و سرعت باد) حوضه مورد بررسی قرار گرفته است و بر اساس دمای زمان ریزش ۴۱۶ مورد بارندگی طی ماه‌های سرد سال (دوره آماری ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۰)، دمای هوا دو درجه سلسیوس به عنوان دما یا آستانه ریزش برف و نهایتاً خط پیشروی و پسروی برف در ماه‌های مختلف بررسی گردیده است. سپس مکانیسم ذوب برف به روش‌های بیلان انرژی و درجه روز با استفاده از مدل کامپیوتری Snow بررسی شده است. نتیجه تحقیق آن است که در حوضه‌هایی که عوامل مؤثر در ذوب برف موجود نیست روش درجه روز شاخص مناسبی برای پیش‌بینی ذوب برف و آبروی حاصل از آن می‌باشد.
۴. قنبرپور (۱۳۸۱)، کاربرد سنجش از دور در تعیین پارامترهای هیدرولوژیکی برف در مناطق کوهستانی.
۵. در سال ۱۳۷۳ اولین سمینار هیدرولوژی برف و یخ با همکاری سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات منابع آب (تاماب)، سازمان هواشناسی کشور، مرکز سنجش از دور ایران، کمیته ملی آب‌شناسی (وابسته به کمیسیون ملی یونسکو در ایران) در شهر ارومیه برگزار گردید (۱).

موقعیت منطقه مورد مطالعه

ارتفاعات شمال تهران دارای چندین حوضه آبریز مجزا از یکدیگر است که به ترتیب از سوی غرب به شرق عبارتند از: کن، وسک، فرحزاد، درکه، ولنجک، سعدآباد، دربند، گلابدره، جمشیدیه، کاشانک، دارآباد، باقلازار، سوهانک و سرخه حصار. هریک از سیستم‌های مذکور، رواناب خود را پس از جمع‌آوری به زهکش‌های واقع در پایین دست خود تخلیه می‌کند تا نهایتاً به کانال‌های آبرو واقع در جنوب تهران سرازیر می‌شوند. منطقه

مورد مطالعه قسمتی از حوضه آبخیز شمال تهران و متشکل از سه سیستم آبراهه‌ای گلابدره، دربند و سعدآباد است. حد شمالی حوضه به ارتفاعات کلک چال ختم می‌شود که یکی از مناطق مهم گردشگری شهروندان تهران است. ارتفاعات توچال نیز در این محدوده واقع است. این حوضه بین $25^{\circ}48'25''$ تا $35^{\circ}53'23''$ و $51^{\circ}23'39''$ تا $51^{\circ}27'47''$ و به مساحت ۳۱ کیلومتر مربع قرار گرفته است.

روش و مراحل مطالعه:

الف - ابتدا نقشه توپوگرافی با مقیاس $\frac{1}{25000}$ حوضه، رقومی و وضعیت توزیع ارتفاعی آن تهیه گردید.

ب - نقشه‌های میانگین همبارش ماهانه و سالانه حوضه تهیه گردید. جهت برآورد این میانگین از روش همبستگی ارتفاع و بارش استفاده شد. سازمان‌ها و محققین مختلفی در مورد این رابطه بررسی‌هایی را انجام داده‌اند از جمله:

- شرکت مهندسی مشاور جاماب وابسته به وزارت نیرو توسط دکتر خلیلی در بررسی خود تحت عنوان طرح جامع آب کشور در سال ۱۳۷۰ با استفاده از تعداد ۱۴۵ ایستگاه باران‌سنجی گرادیان میانگین بارندگی سالانه در نواحی البرز جنوبی را ۲۸ میلی‌متر بر یکصد متر و به صورت رابطه زیر به دست آورده‌اند (خلیلی، ۱۳۷۰، ۲۱۲):

$$p = (280 \times 102^{-3} Z) - 112.9 \quad \text{رابطه ۱}$$

- شرکت مهندسی مشاور مرکزی وابسته به خدمات مهندسی وزارت جهاد سازندگی (سابق) در گزارش هواشناسی مطالعات مرحله شناسایی حوضه آبخیز تهران که توسط دکتر قائمی و مرید در سال ۱۳۷۳ انجام گرفته است، گرادیان بارندگی در حوضه مذکور را ۳۵ میلی‌متر بر یکصد متر توصیه نموده است و رابطه بارندگی متوسط سالانه با ارتفاع را به صورت معادله زیر به دست داده است (وزارت نیرو جهاد سازندگی، ۱۳۷۳، ۲۸):

$$p = (350 \times 102^{-3} z) + 193 \quad \text{رابطه ۲}$$

نظر به اینکه در گزارشات مذکور ذکری از روابط میانگین بارش ماهانه نشده است و نیز مقیاس مطالعه که در محدوده بسیار وسیع‌تری بوده و کاربرد معادلات مذکور تفاوت زیادی بین ارقام واقعی بارندگی و پیش‌بینی شده نشان می‌دهد لذا با استفاده از مقادیر بارش ۶ ایستگاه با مشخصات مندرج در جدول ۱ و ارتفاع ایستگاه‌های مذکور در

طول یک دوره آماری ۲۰ ساله و برقراری رابطه همبستگی بین بارش و ارتفاع، معادلاتی به شرح جدول ۲ برای ماه‌های مختلف سال محاسبه گردید و طبق محاسبات انجام شده گرادیان بارندگی در حوضه مورد مطالعه ۲۳,۵ میلی‌متر بر یکصد متر به دست آمد (۲).

جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های باران‌سنجی مورد استفاده

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع واقعی (متر)	ارتفاع محاسبه شده (متر)
۱	شمال تهران	۵۱-۳۷	۳۵-۴۷	۱۵۴۸/۲	۳۵۸
۲	دوشان تپه	۵۱-۲۰	۳۵-۴۲	۱۲۰۹/۲	۱۹
۳	کرج	۵۰-۵۴	۳۵-۵۵	۱۳۱۲/۵	۱۲۲/۳
۴	آبعلی	۵۱-۵۳	۳۵-۴۰	۲۴۶۵	۱۲۷۴/۸
۵	مهرآباد تهران	۵۱-۱۹	۳۵-۴۱	۱۱۹۰/۸	.
۶	کلک چال	۵۱-۳۷	۳۵-۵۱	۲۳۰۰	۱۱۰۹/۸

جدول ۲ معادلات همبستگی میانگین بارش ماهانه و سالانه در حوضه

ردیف	ماه	ضریب همبستگی	معادله خط
۱	ژانویه	.۸۲	$P = /۰.۲۵H + ۳۷$
۲	فوریه	.۸۷	$P = /۰.۳۴H + ۳۸$
۳	مارس	.۸۸	$P = /۰.۴۷H + ۵۶$
۴	آوریل	.۹۴	$P = /۰.۲۴H + ۲۹$
۵	می	.۹۵	$P = /۰.۲۹H + ۲۰$
۶	ژوئن	.۹۸	$P = /۰.۰۹H + ۳$
۷	ژوئیه	.۹۸	$P = /۰.۰۴H + ۱$
۸	آگوست	.۹۹	$P = /۰.۰۵H + ۱$
۹	سپتامبر	.۹۶	$P = /۰.۰۲H + ۱$
۱۰	اکتبر	.۹۴	$P = /۰.۱۰H + ۱۴$
۱۱	نوامبر	.۹۰	$P = /۰.۲۱H + ۲۹$
۱۲	دسامبر	.۸۰	$P = /۰.۲۲H + ۳۹$
۱۳	سالانه	.۹۱	$P = /۰.۲۳۵H + ۲۷۱$

که در آن: P: بارش متوسط ماهانه یا سالانه بر حسب میلی‌متر
H: تفاضل ارتفاع مورد نظر و ارتفاع ایستگاه مهرآباد (۱۱۹۰/۲ متر).

ج- با استفاده از نقشه توزیع ارتفاعی و معادلات جدول ۲ نقشه‌های همبارش متوسط ماهانه و سالانه ترسیم گردید و سپس حجم آب ناشی از بارش نیز محاسبه شد که در جدول ۳ مندرج است. نقشه ۱ وضعیت بارش متوسط سالانه حوضه را نشان می‌دهد.

جدول ۳ میانگین حجم بارش ماهانه و سالانه در حوضه مورد مطالعه برحسب میلیون مترمکعب

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	م	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
حجم بارش (میلیون مترمکعب)	۲/۴	۲/۸۵	۴/۰۶	۲/۰۸	۲/۰۴	۰/۵۲	۰/۲۲	۰/۳	۰/۱۳	۰/۹۳	۱/۹	۲/۴	۱۹/۸۳

د- با استفاده از ایستگاه‌های فوق و داده‌های میانگین حداقل، میانگین حداکثر و میانگین دما در یک دوره آماری ۲۰ ساله معادلات همبستگی بین ارتفاع و پارامترهای مذکور محاسبه گردید که نتایج آن در جداول ۴، ۵ و ۶ مندرج است.

ه- با استفاده از نتایج به دست آمده در مرحله (د) و با استفاده از نقشه توزیع ارتفاعی، نقشه‌های میانگین حداقل، میانگین حداکثر و میانگین دمای ماهانه و سالانه منطقه تهیه گردید.

جدول ۴ معادلات گرادیان میانگین حداقل درجه حرارت ماهانه و سالانه در حوضه مورد مطالعه

ماه‌ها	ضریب همبستگی	معادله خط
ژانویه	-/۹۴۲	$T=۶/۰۶۶-۱۰۰۵۴۰H$
فوریه	-/۹۷۲	$T=۸/۵۸۸-۱۰۰۶۴۵۱H$
مارس	-/۹۶۲	$T=۱۲/۹۶۲-۱۰۰۶۸۳۶H$
آوریل	-/۹۴۵	$T=۱۹/۴۴۴-۱۰۰۶۸۵۵H$
مه	-/۹۰۸	$T=۲۳/۴۰۰-۱۰۰۶۴۴۰H$
ژوئن	-/۸۷۳	$T=۲۸/۵-۱۰۰۶۷۵H$
ژوئیه	-/۸۶۱	$T=۳۱/۴۱۲-۱۰۰۶۳۶۴H$
اگوست	-/۸۷۰	$T=۳۰/۳۰۱-۱۰۰۶۲۴۴H$
سپتامبر	-/۸۸۷	$T=۲۶/۲۳۵-۱۰۰۶۱۰۶H$
اکتبر	-/۹۴۳	$T=۲۰/۲۳۹-۱۰۰۶۱۶H$
نوامبر	-/۹۵۱	$T=۱۴/۲۴۸-۱۰۰۵۷۲۷H$
دسامبر	/۹۸۲	$T=۹/۰۹۶۸-۱۰۰۵۷۹۸H$
سالانه	/۹۲۹	$T=۱۹/۱۷۹-۱۰۰۶۲۳۸H$

و- با بررسی مطالعات انجام شده، عمدتاً ایزوترم ۲ درجه سلسیوس برای حد ریزش و ذوب برف در نظر گرفته می‌شود (علیچانی، ۱۳۷۷؛ کاویانی، ۱۳۸۲؛ پرهمت، رئیسی اردکانی، ۱۳۷۳؛ مرید، قائمی، ۱۳۷۳). لیکن به دلیل قرار گرفتن حوضه مورد مطالعه در

مجاورت کلان شهر تهران و تأثیرات این جزیره گرمایی بر روی نوع بارش، ایزوترم صفر درجه سلیوس برای این حد، مد نظر قرار گرفت. با این فرض، با استفاده از نقشه‌های همدمای میانگین حداقل، میانگین حداکثر و میانگین ماهانه، مقدار حداکثر، حداقل و میانگین سطوح تحت ریزش و ذوب برف در ماه‌های مختلف سال برآورد گردید که نتایج آن در جداول ۷، ۸ و ۹ مندرج است. نقشه‌های ۱ تا ۲۲ این وضعیت را در ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهد. با استفاده از نقشه‌های مذکور و نقشه‌های همبارش، حجم آب معادل برف در هر ماه محاسبه شده و نتایج آن در جداول ۷، ۸ و ۹ آمده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه حوضه مورد مطالعه فاقد ایستگاه برف‌سنجی است، در این مقاله سطوح برف‌گیر و میزان ریزش برف، در ارتفاعات شمال تهران بدون استفاده از داده‌های برف‌سنجی و صرفاً با استناد به وضعیت توپوگرافی و با استفاده از آمار دما و بارش برآورد گردیده است. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که شروع برف‌گیری در حوضه مورد مطالعه از ماه اکتبر شروع شده و در ماه‌های دسامبر و ژانویه به حداکثر خود می‌رسد و به تدریج از این سطوح کاسته شده و در ماه مه به حداقل خود رسیده و به تدریج تمام می‌شود به طوری که در ماه ژوئن در هیچ سطحی از حوضه برف وجود ندارد. میانگین ضریب برف‌گیری حوضه نیز از ۹۲٫۵ درصد در ماه ژانویه تا ۰٫۹ درصد در ماه اکتبر می‌باشد همچنین نتایج مربوط آشکار می‌سازد که برف دائم در حوضه وجود ندارد.

پیشنهادات

۱. در بسیاری از حوضه‌هایی که فاقد داده‌های برف‌سنجی است می‌توان با استفاده از داده‌های توپوگرافی، دما و بارش به برآورد سطح، مقدار و زمان ماندگاری برف اقدام نمود.
۲. با توجه به اینکه حوضه مورد مطالعه جزء حوضه‌های شهر تهران و مورد توجه شهروندان، به خصوص از دیدگاه گردشگری است می‌توان با استفاده از داده‌های به دست آمده برف‌سنجی، اقدام به کشت گیاهان مرتعی نمود به صورتی که با بیشترین ضریب اطمینان، گیاهان تکثیر و رشد یابند.
۳. چون هرگونه فرسایش در قسمت‌های بالادست این حوضه منجر به افزایش تراکم رسوبات در پایین دست حوضه یعنی در سطح قسمتی از خیابانهای تهران می‌گردد

و خسارت‌هایی را می‌تواند وارد سازد، انجام عملیات آبخیزداری در این حوضه امری ضروری است که با استفاده از داده‌های برف‌سنجی می‌توان به تحقق موفقیت آمیز آن کمک نمود. سیل عظیم و ویرانگر مرداد ماه سال ۱۳۶۶ شمسی تجریش که تعداد ۷۹ نفر کشته بر جای گذاشت، لزوم انجام این امر را روشن تر می‌سازد.

جدول ۵ معادلات گرادیان میانگین حداکثر دمای ماهانه و سالانه در حوضه مورد مطالعه

ماه‌ها	ضریب همبستگی	معادله خط‌ها
ژانویه	-.۹۷۵	$T=۱۴/۹۵۳-./۰۰۶۱۰۵H$
فوریه	-.۹۸۸	$T=۱۸/۸۷۴-./۰۷۶۰۰H$
مارس	-.۹۹۷	$T=۲۴/۹۷۱-./۰۰۸۷۰H$
آوریل	-.۹۹۵	$T=۳۳/۵۱۳-./۰۰۹۱۵۹H$
می	-.۹۹۴	$T=۳۸/۱۳۹-./۰۰۹۰۶H$
ژوئن	-.۹۹۷	$T=۴۴/۳۱۴-./۰۰۸۸۵H$
ژوئیه	-.۹۹۷	$T=۴۶/۶۹۷-./۰۰۸۴۴H$
آگوست	-.۹۹۶	$T=۴۵/۰۰۴-./۰۰۷۸۱H$
سپتامبر	-.۹۹۷	$T=۴۱/۳۷۲-./۰۰۸۱۵H$
اکتبر	-.۹۹۶	$T=۳۳/۹۳۵-./۰۰۸۲۲۹H$
نوامبر	-.۹۹۳	$T=۲۵/۹۵۴-./۰۰۷۴۹۴H$
دسامبر	-.۹۸۳	$T=۱۸/۲۸۸-./۰۰۶۶۱۹H$
سالانه	-.۹۹۵	$T=۳۲/۱۵۴-./۰۰۸۰۰۸H$

جدول ۶ معادلات گرادیان میانگین دمای ماهانه و سالانه در حوضه مورد مطالعه

ماه‌ها	ضریب همبستگی	معادله خط
ژانویه	-.۹۶۱	$T=۱۰/۳۷۱-./۰۰۵۵۷H$
فوریه	-.۹۸۲	$T=۱۳/۶۹۶-./۰۰۷۰۲۶H$
مارس	-.۹۸۴	$T=۱۸/۷۸۰-./۰۰۷۷۱۴H$
آوریل	-.۹۸۰	$T=۲۶/۴۵۴-./۰۰۸۰۰۸۵H$
می	-.۹۷۰	$T=۳۰/۸۰۲-./۰۰۷۸۴۵H$
ژوئن	-.۹۵۷	$T=۳۶/۳۶۲-./۰۰۷۶۵۱H$
ژوئیه	-.۹۵۹	$T=۳۹/۱۱۴-./۰۰۷۴H$
آگوست	-.۹۵۳	$T=۳۷/۵۶۱-./۰۰۶۹۶۴H$
سپتامبر	-.۹۶۶	$T=۳۳/۸۹۱-./۰۰۷۱۲۶H$
اکتبر	-.۹۸۷	$T=۲۷/۱۰۱-./۰۰۷۲۱۰H$
نوامبر	-.۹۷۸	$T=۲۰/۲۲۰-./۰۰۶۶۶۶H$
دسامبر	-.۹۸۴	$T=۱۳/۷۹۲-./۰۰۶۲۰۸H$
سالانه	-.۹۷۴	$T=۲۵/۷۳۶-./۰۰۷۱۶۸H$

جدول ۷ حداکثر سطح پوشیده از برف حوضه و آب معادل آن در ماه‌های مختلف سال

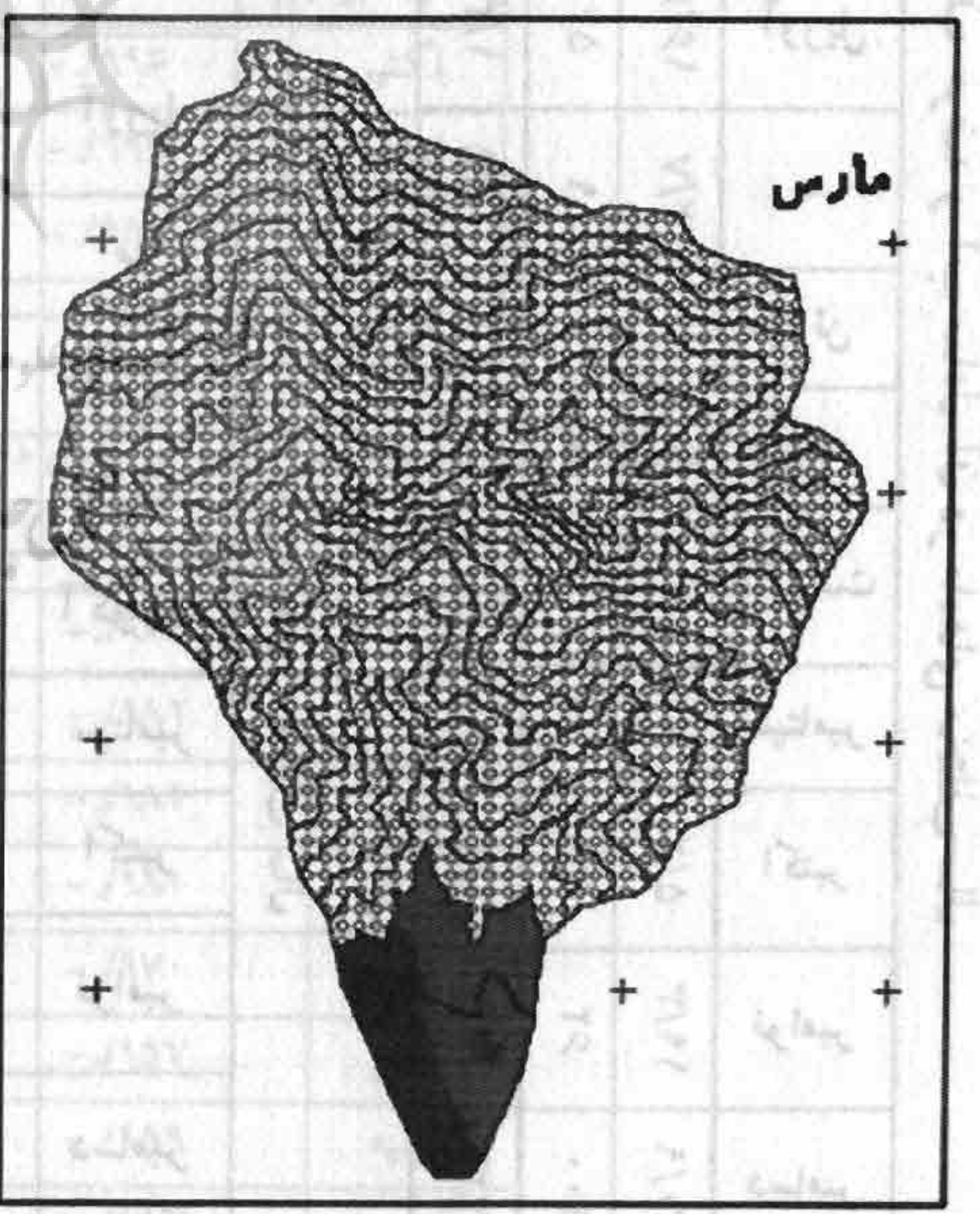
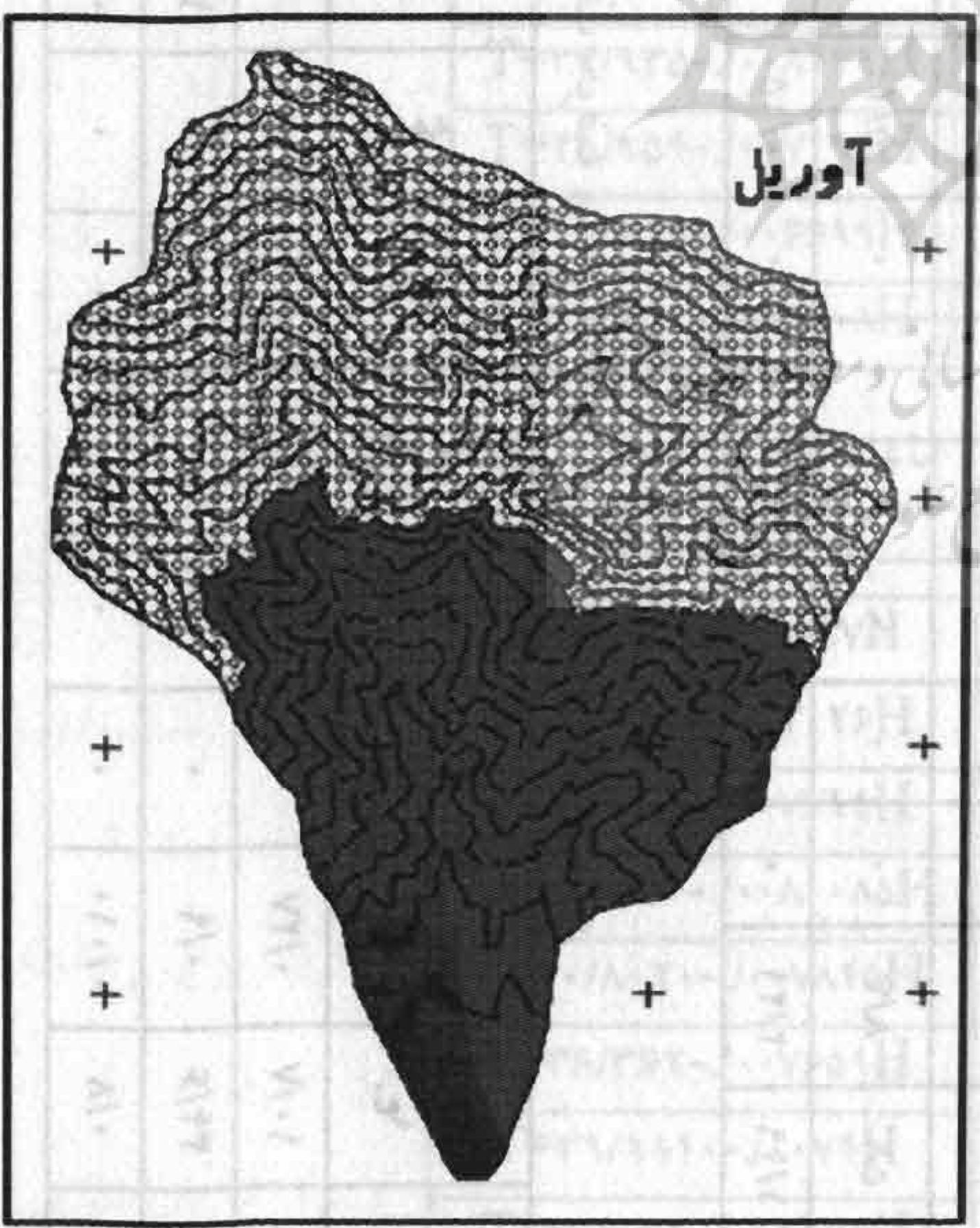
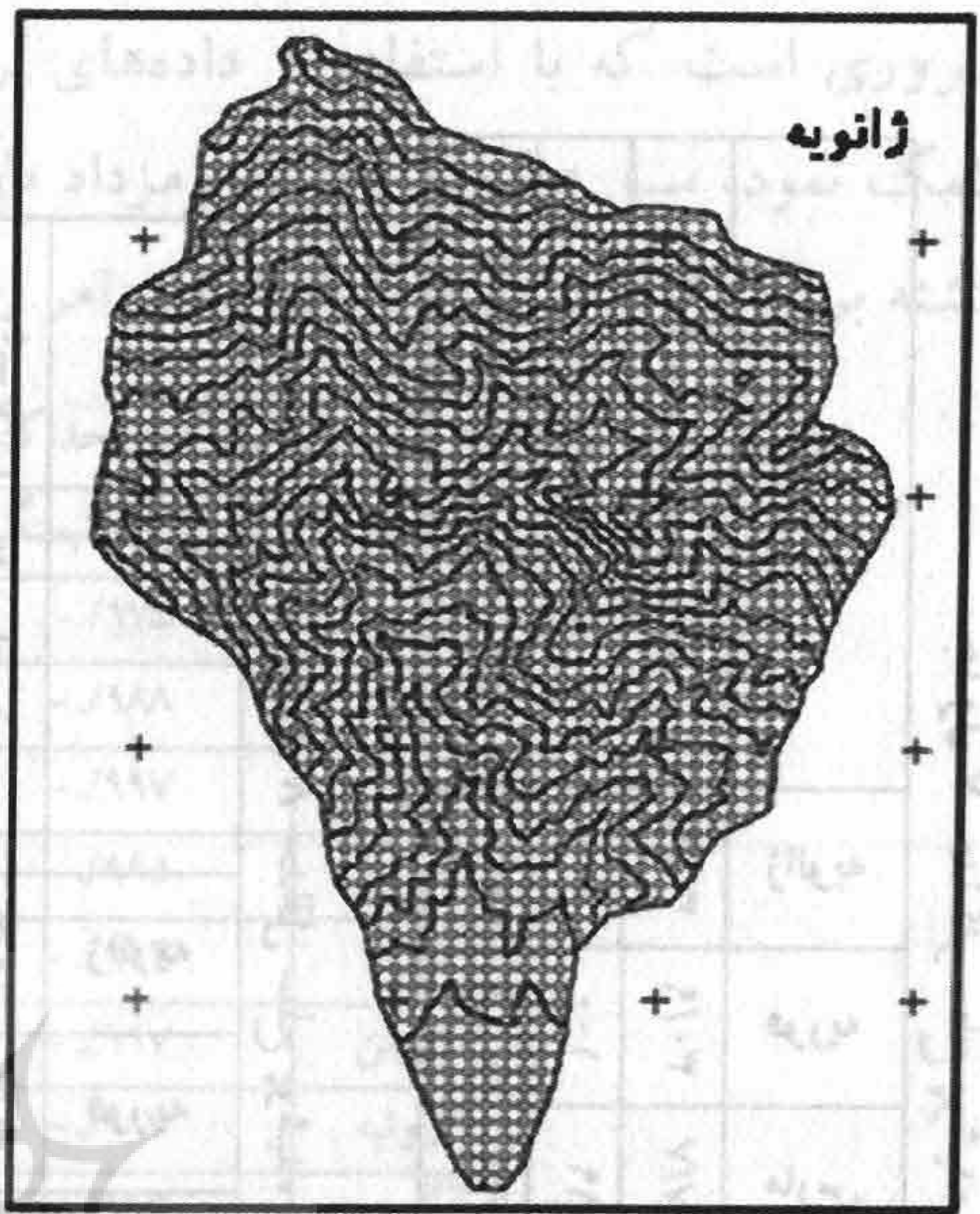
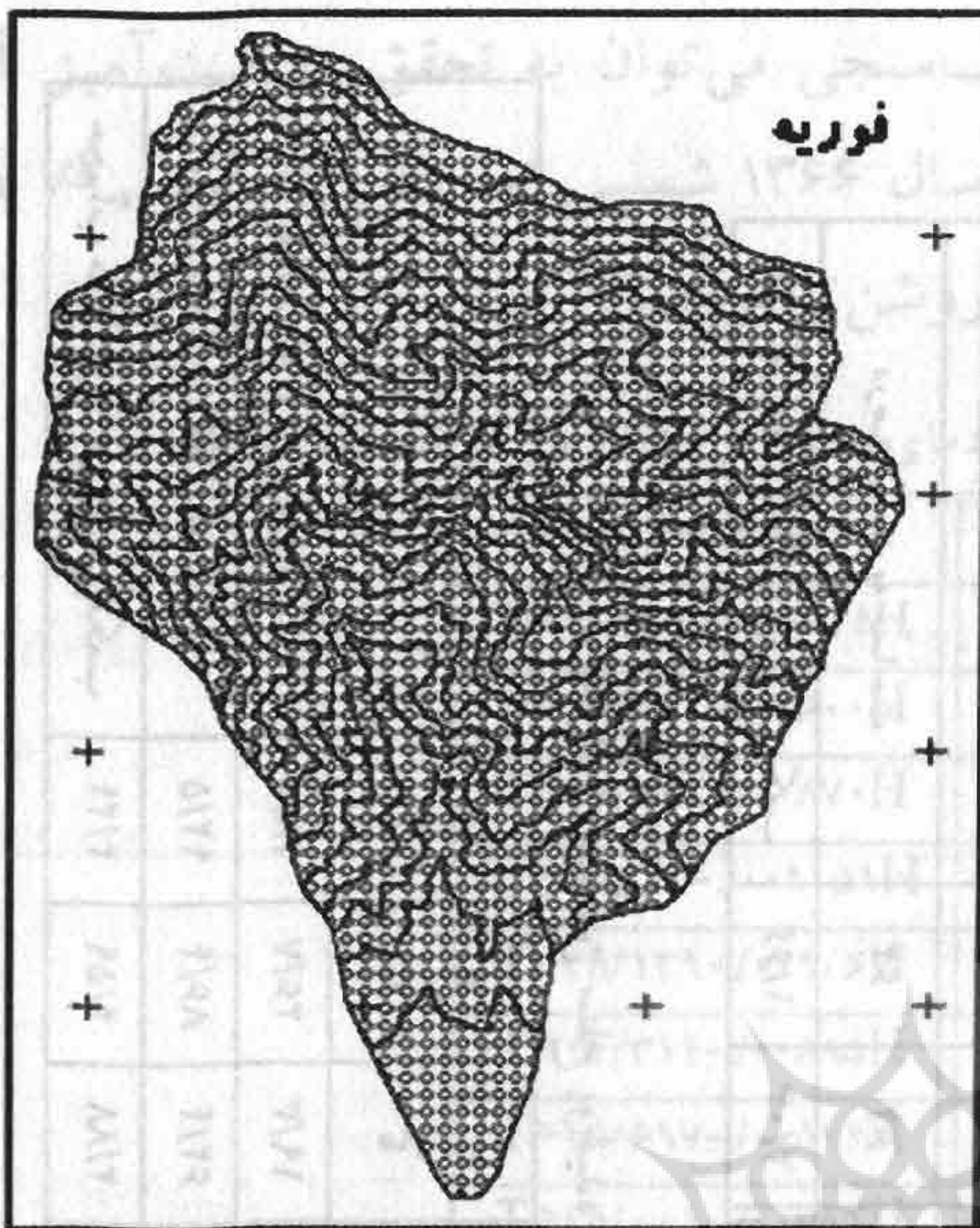
ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
سطح پوشیده از برف Km ²	۳۰/۹	۳۰/۹	۲۷/۷	۱۶/۶	۲/۷	۰	۰	۰	۰	۵/۲	۱۹/۳	۳۰/۹	۸/۹
درصد نسبت به مساحت	۱۰۰	۱۰۰	۸۹	۵۴	۹	۰	۰	۰	۰	۱۷	۶۲	۱۰۰	۲۹
حجم آب معادل برف میلیون مترمکعب	۲/۴	۲/۸۵	۳/۸	۱/۳	۰/۲۵	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۱/۳۵	۲/۲۷	۷/۱۲

جدول ۸ حداقل سطح پوشیده از برف حوضه و آب معادل آن در ماه‌های مختلف سال

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
سطح پوشیده از برف Km ²	۱۹/۳	۱۹/۳	۱۳	۱/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۷	۱۸	۰
درصد نسبت به مساحت	۶۲	۶۲	۴۲	۵/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸/۷	۵۸	۰
حجم آب معادل برف میلیون مترمکعب	۱/۶۶	۲/۰۳	۲/۰۳	۰/۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۲۱	۱/۴۹	۰

جدول ۹ میانگین سطح پوشیده از برف حوضه و آب معادل آن در ماه‌های مختلف سال

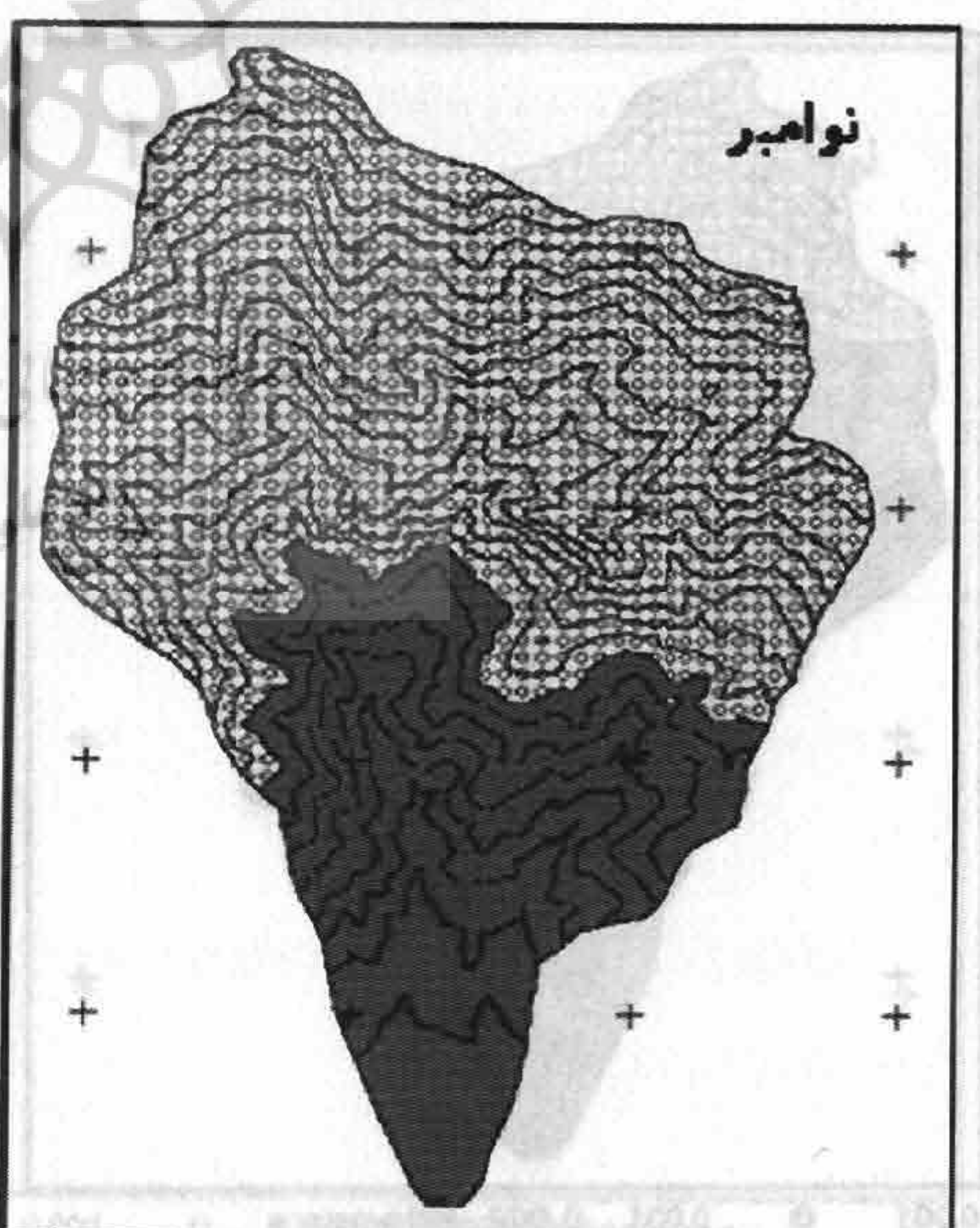
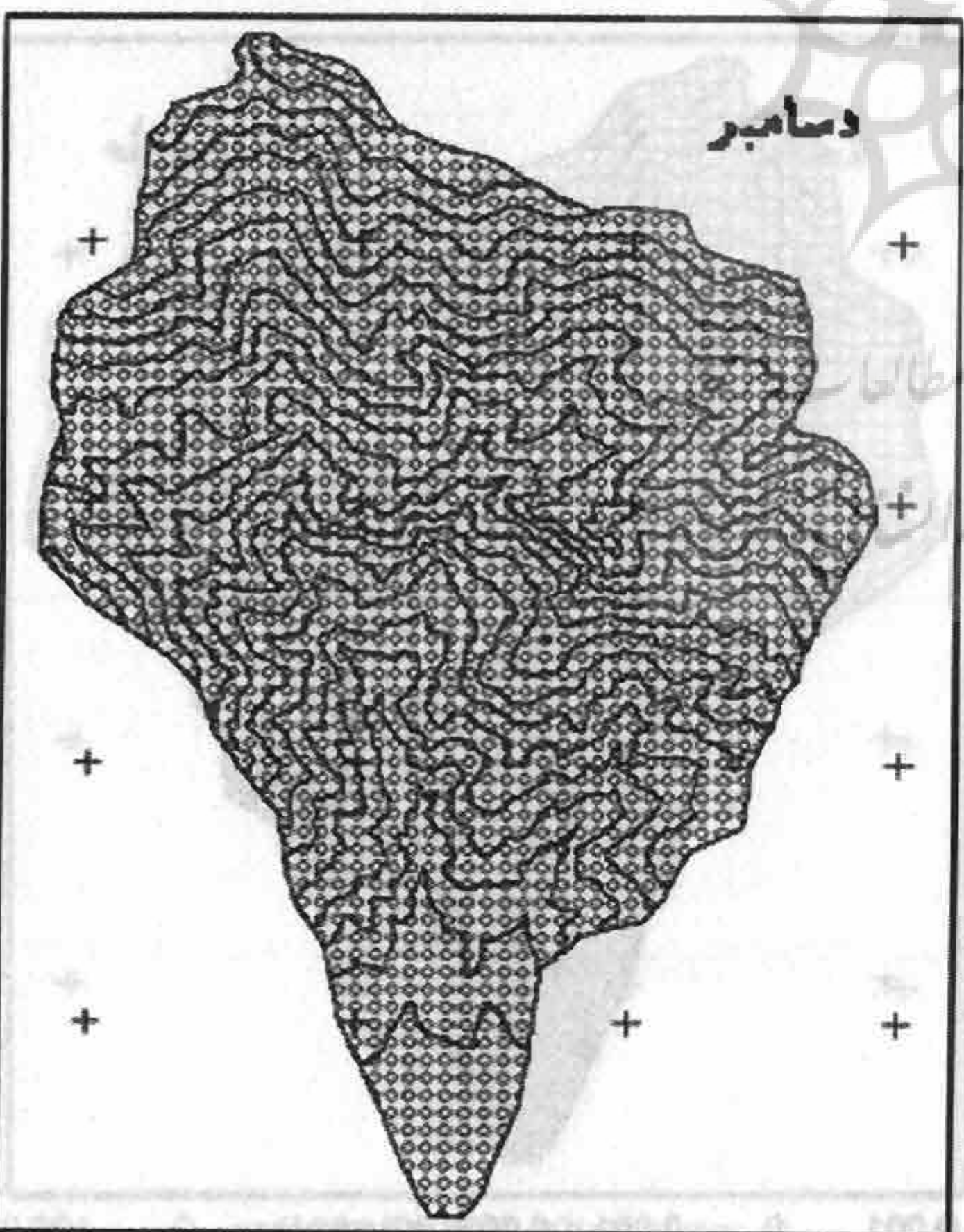
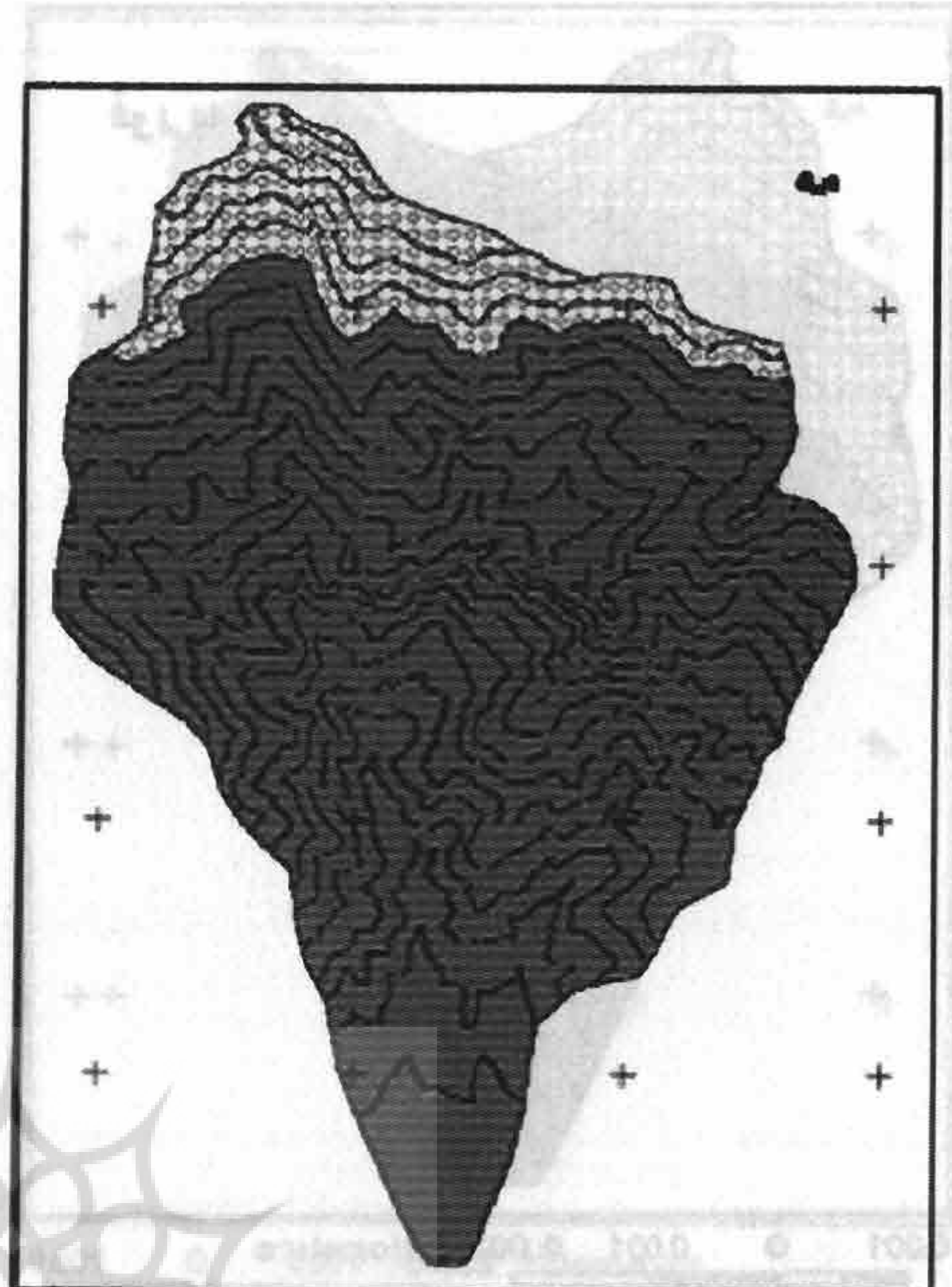
ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
سطح پوشیده از برف Km ²	۲۸/۶	۲۶/۷	۱۹/۳	۵/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۷	۱۰/۷	۲۲/۱	۱/۶۵
درصد نسبت به مساحت	۹۲/۵	۸۶/۴	۶۲/۴	۱۶/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۹	۳۴/۶	۷۱/۵	۵/۳
حجم آب معادل برف میلیون مترمکعب	۲/۲۴	۲/۵۹	۲/۸۸	۰/۴۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۰	۰/۸	۱/۷۷	۱/۴۵



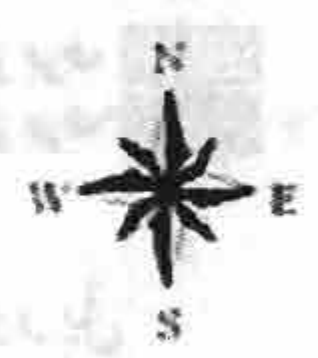
پوشیده از برف
ظلمه از برف



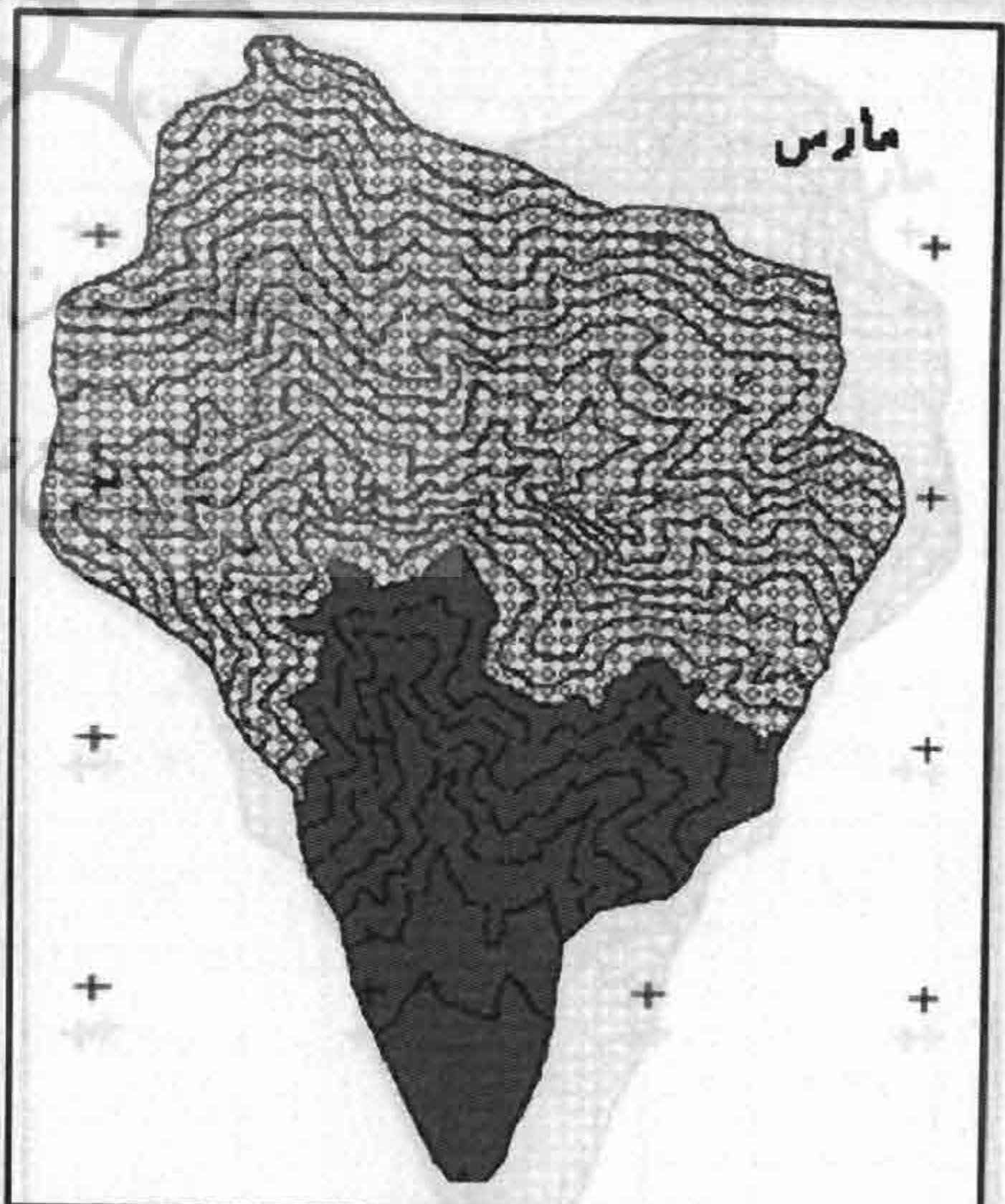
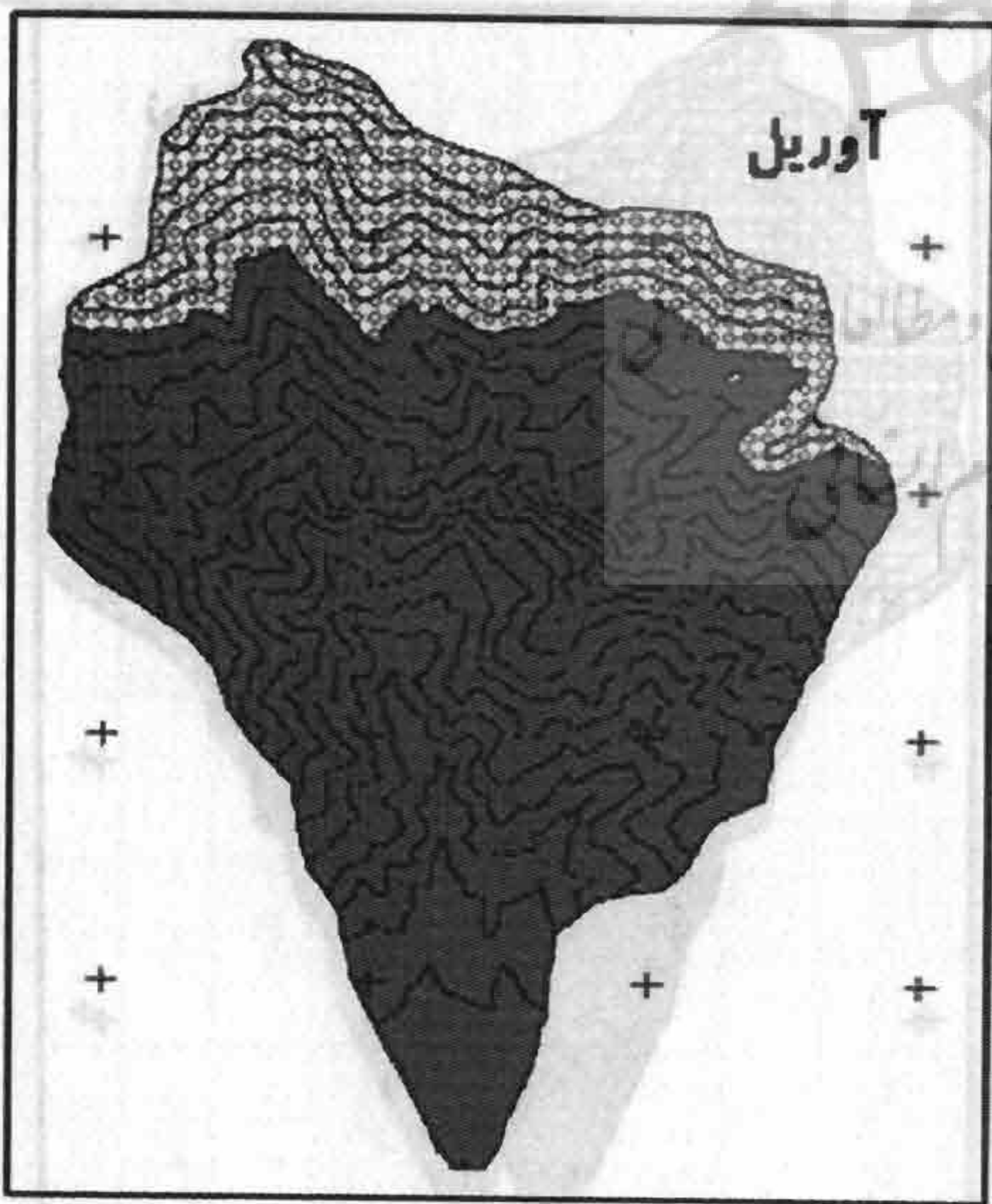
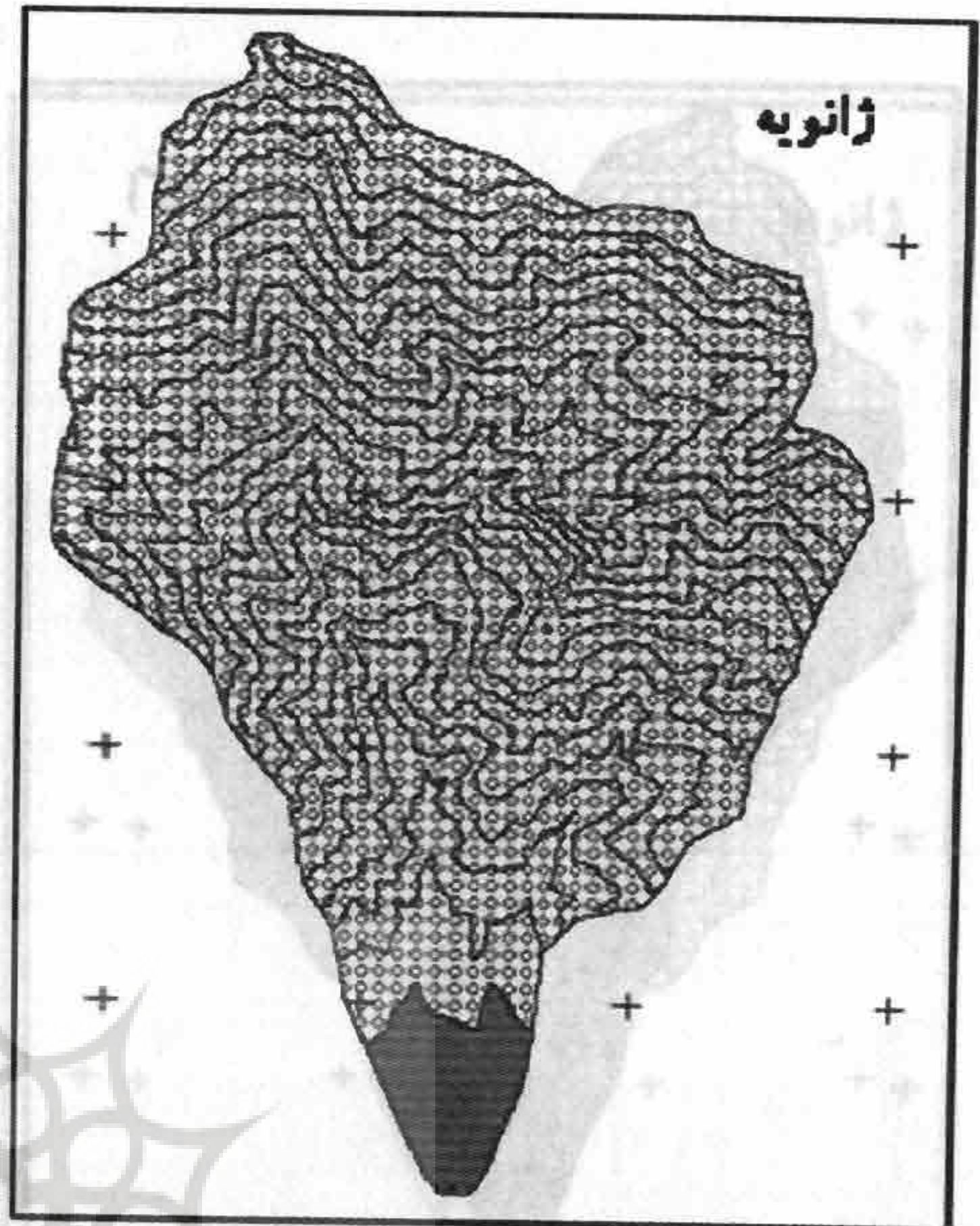
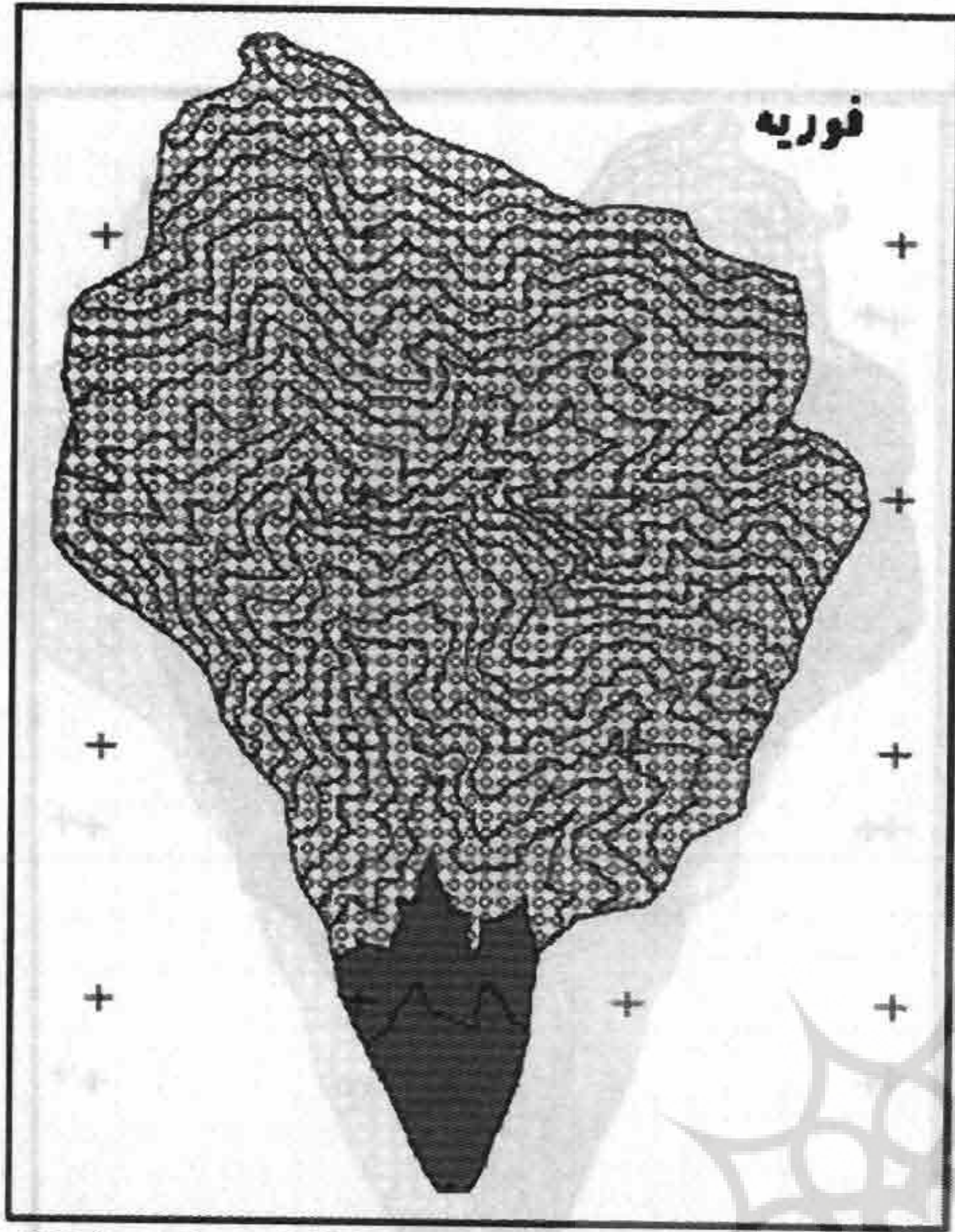
نقشه ۱-۴ حداکثر سطح پوشیده از برف حوضه در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و آوریل



 پوشیده از برف
 فald از برف



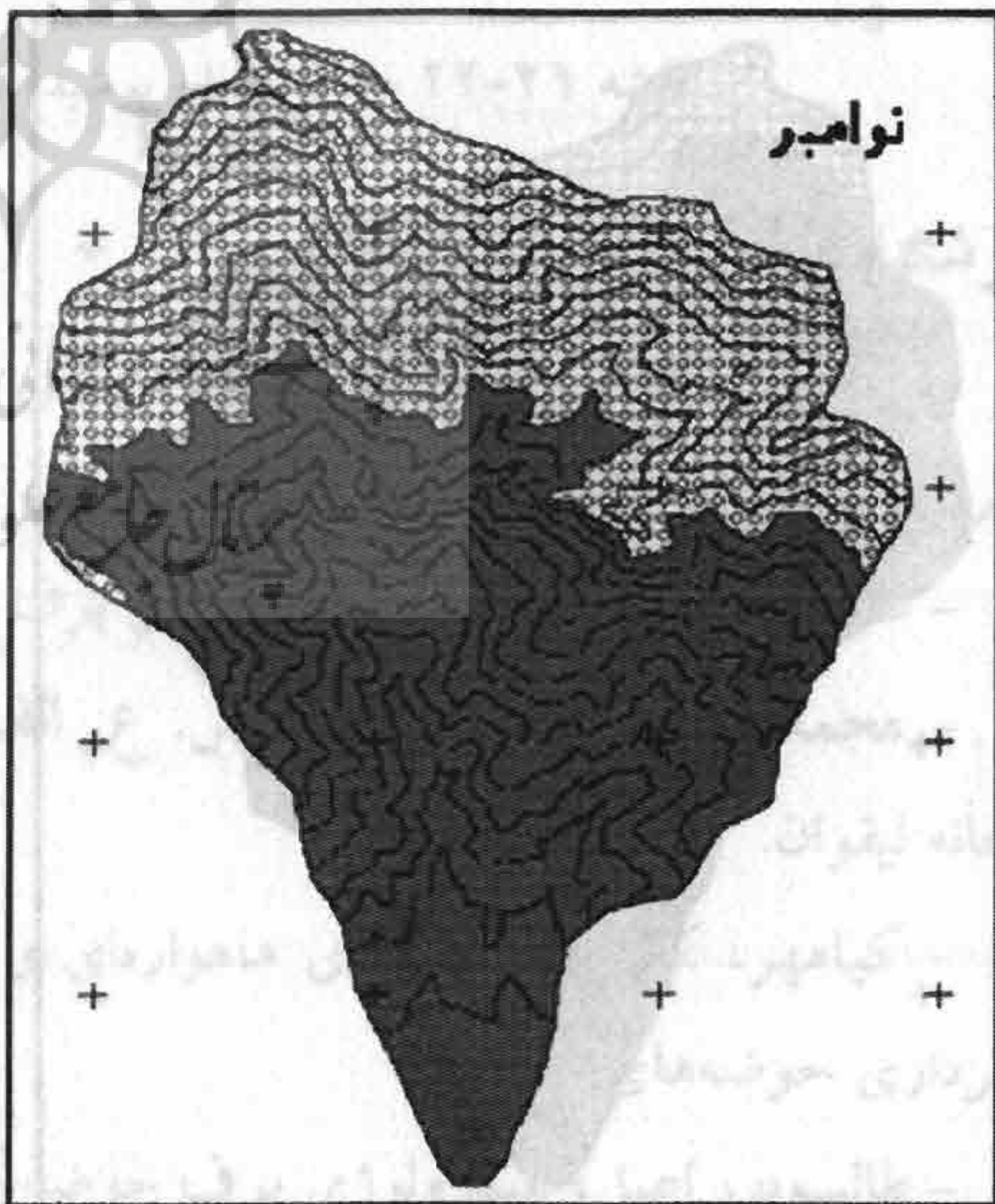
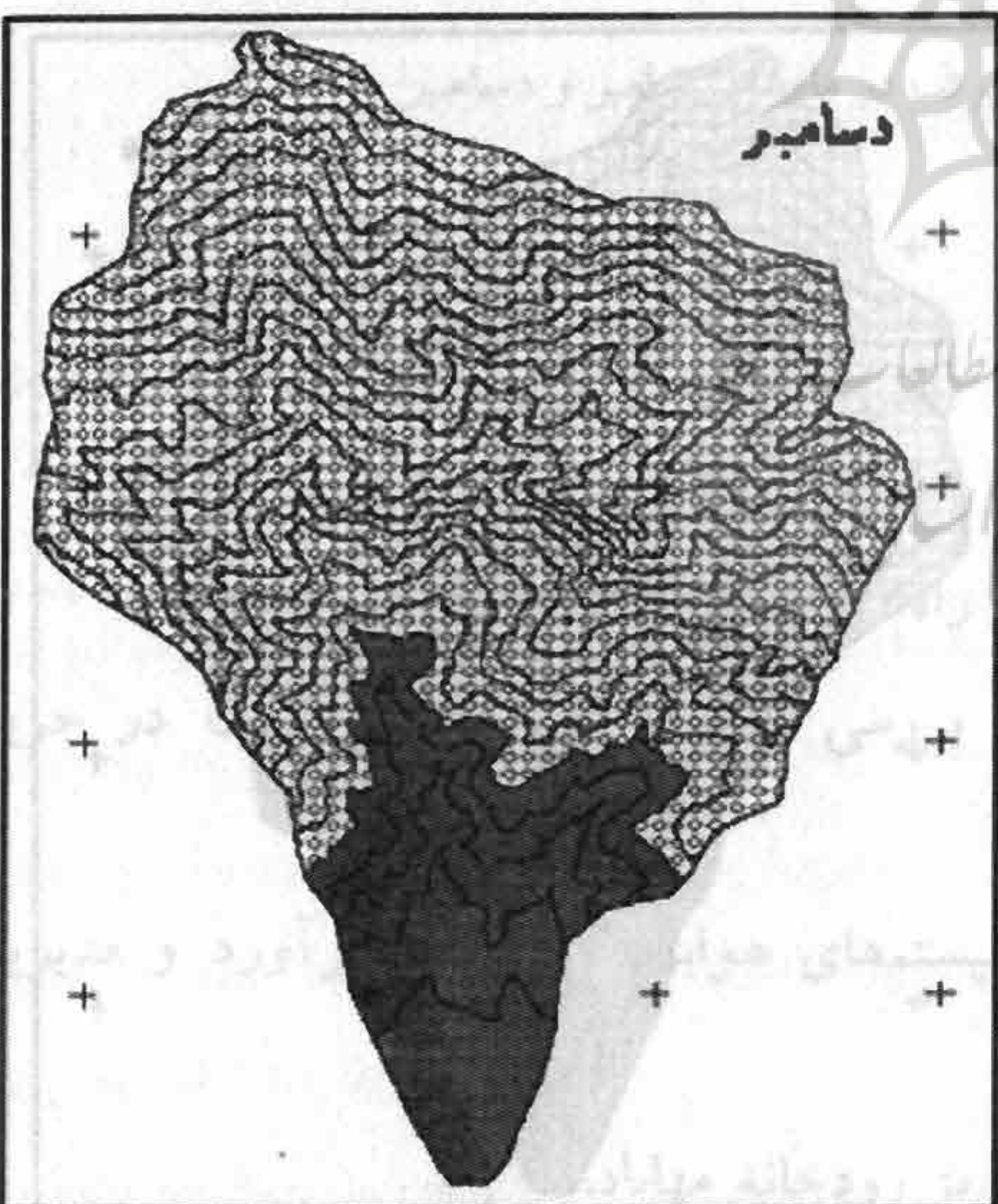
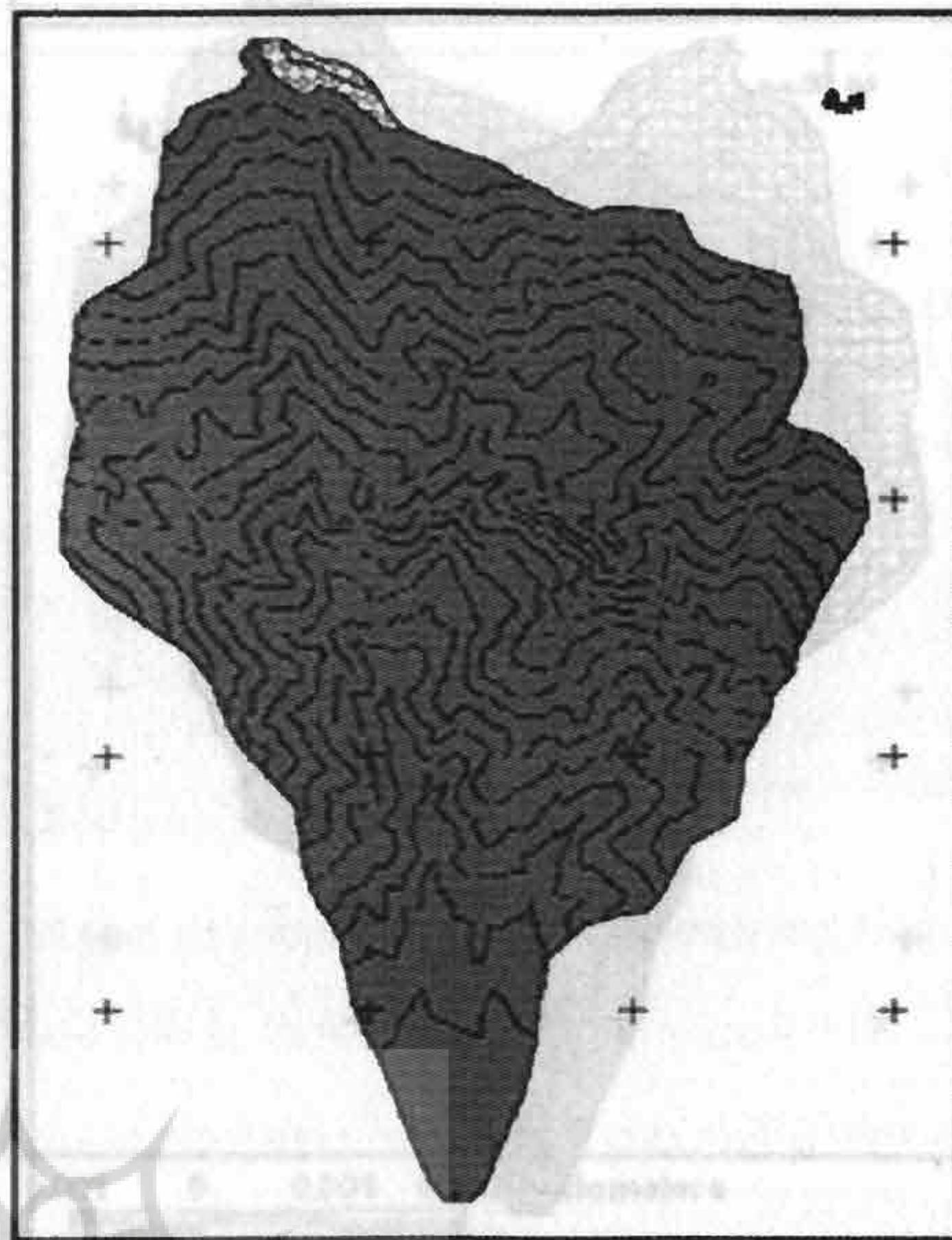
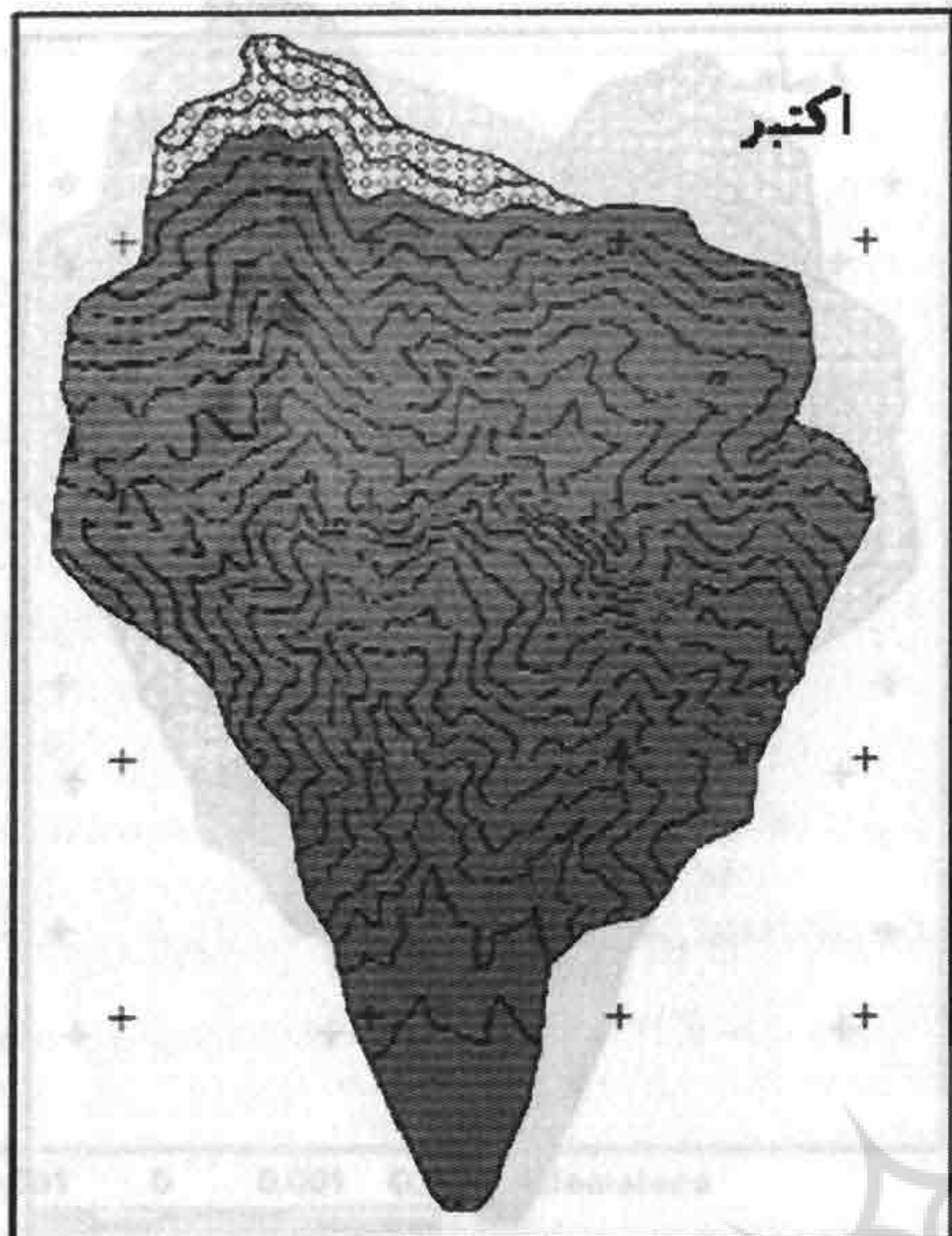
نقشه ۵-۸ حداکثر سطح پوشیده از برف حوضه در ماه‌های مه، اکتبر، نوامبر و دسامبر





پوشیده از برف
فاند از برف



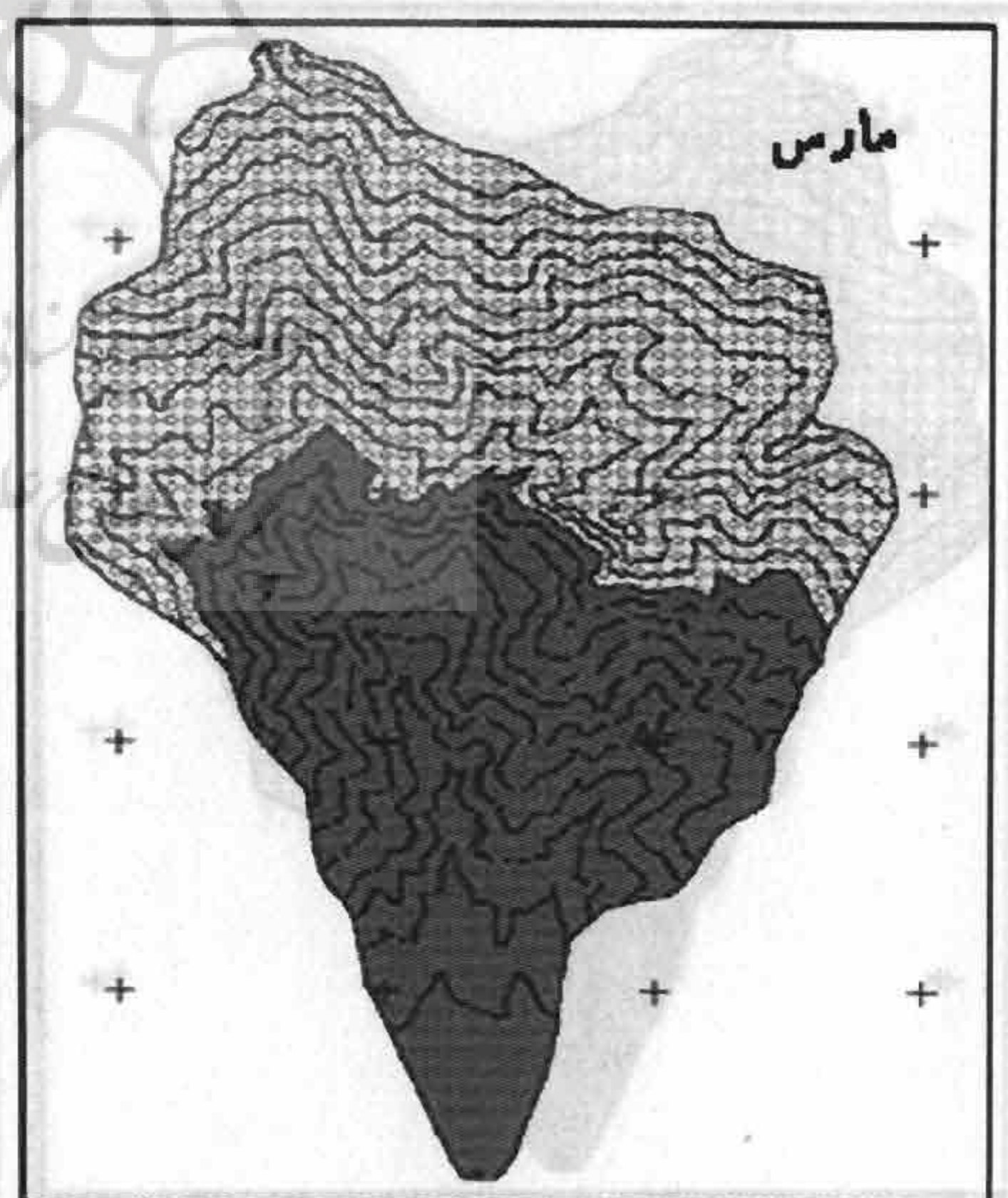
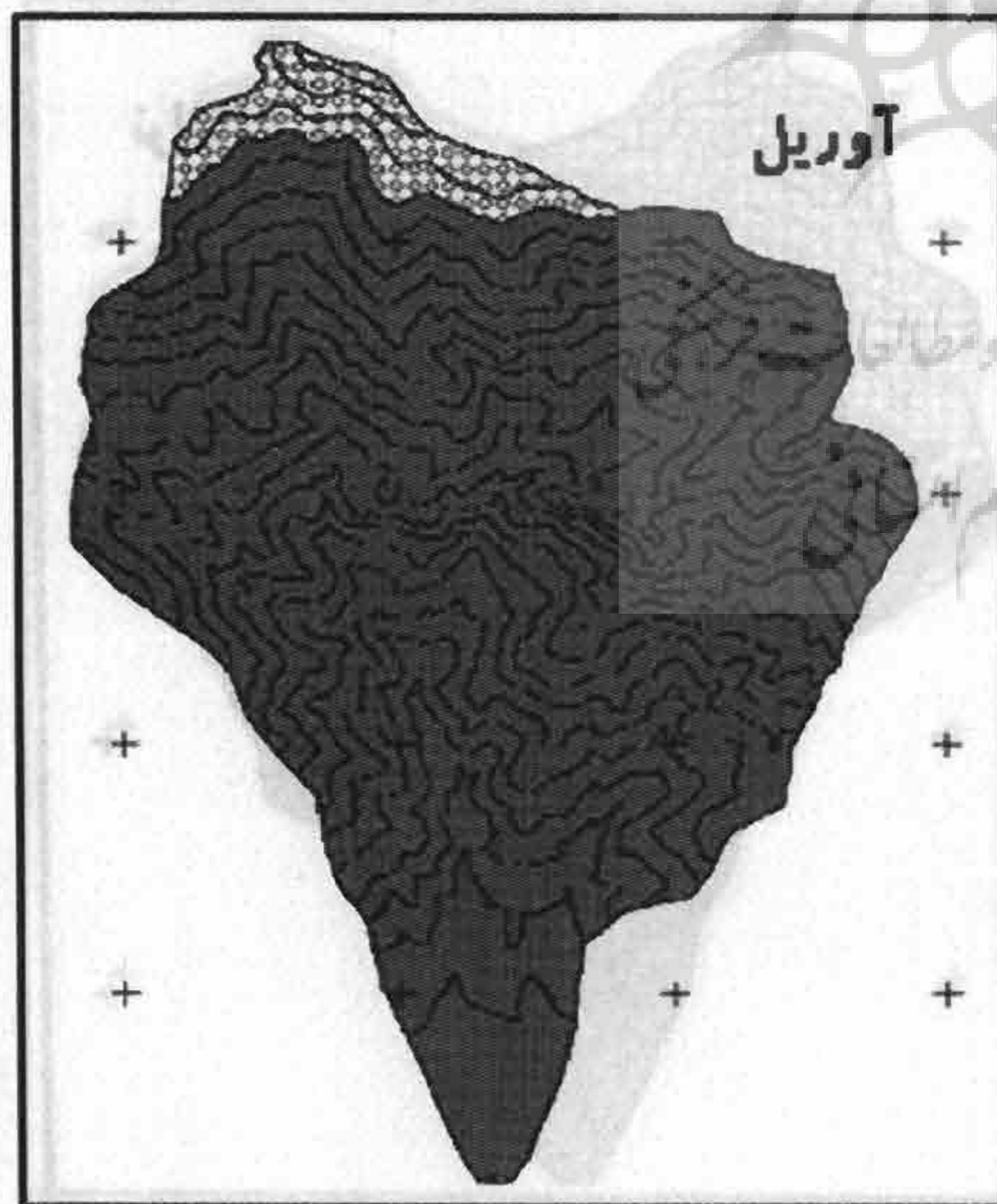
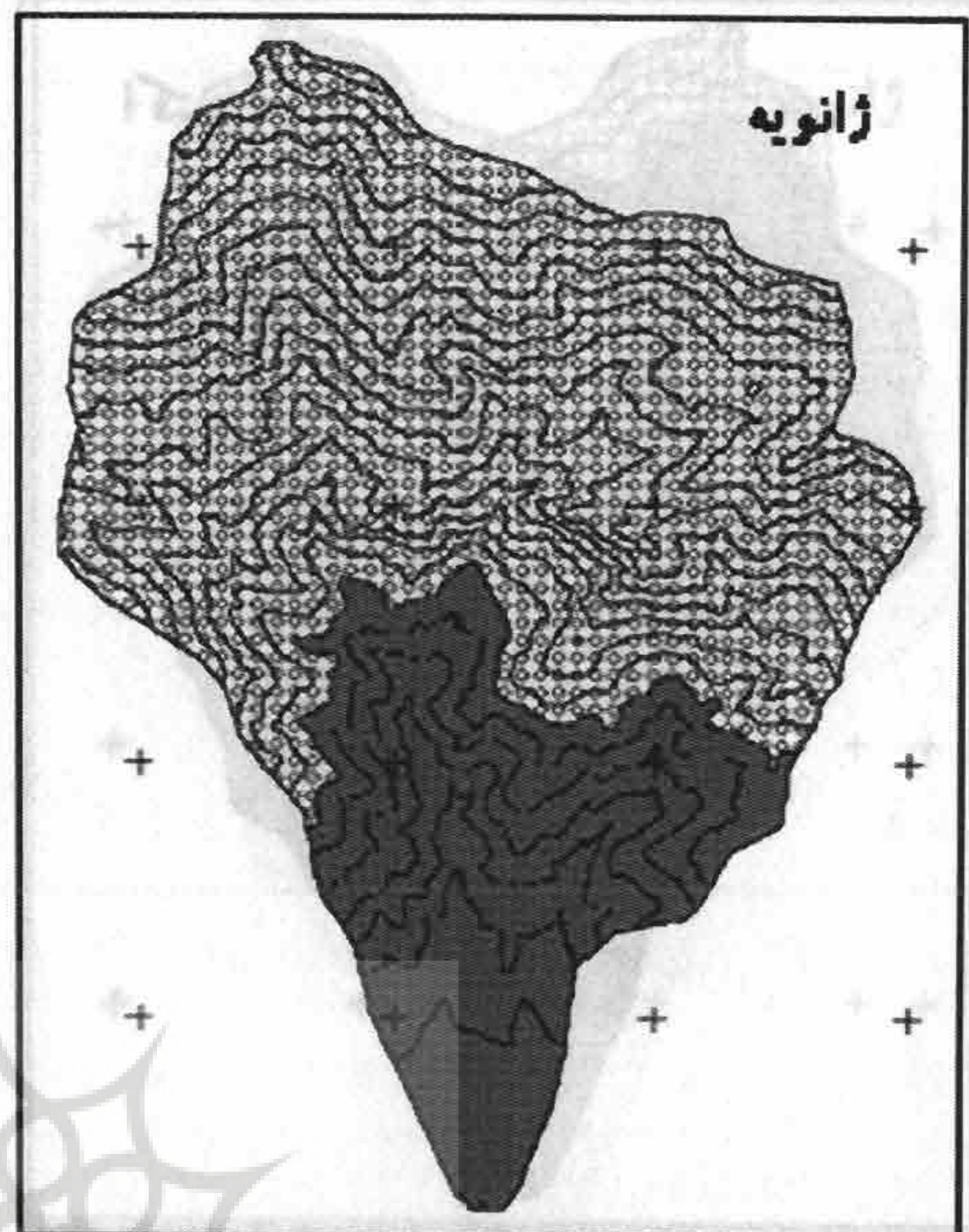
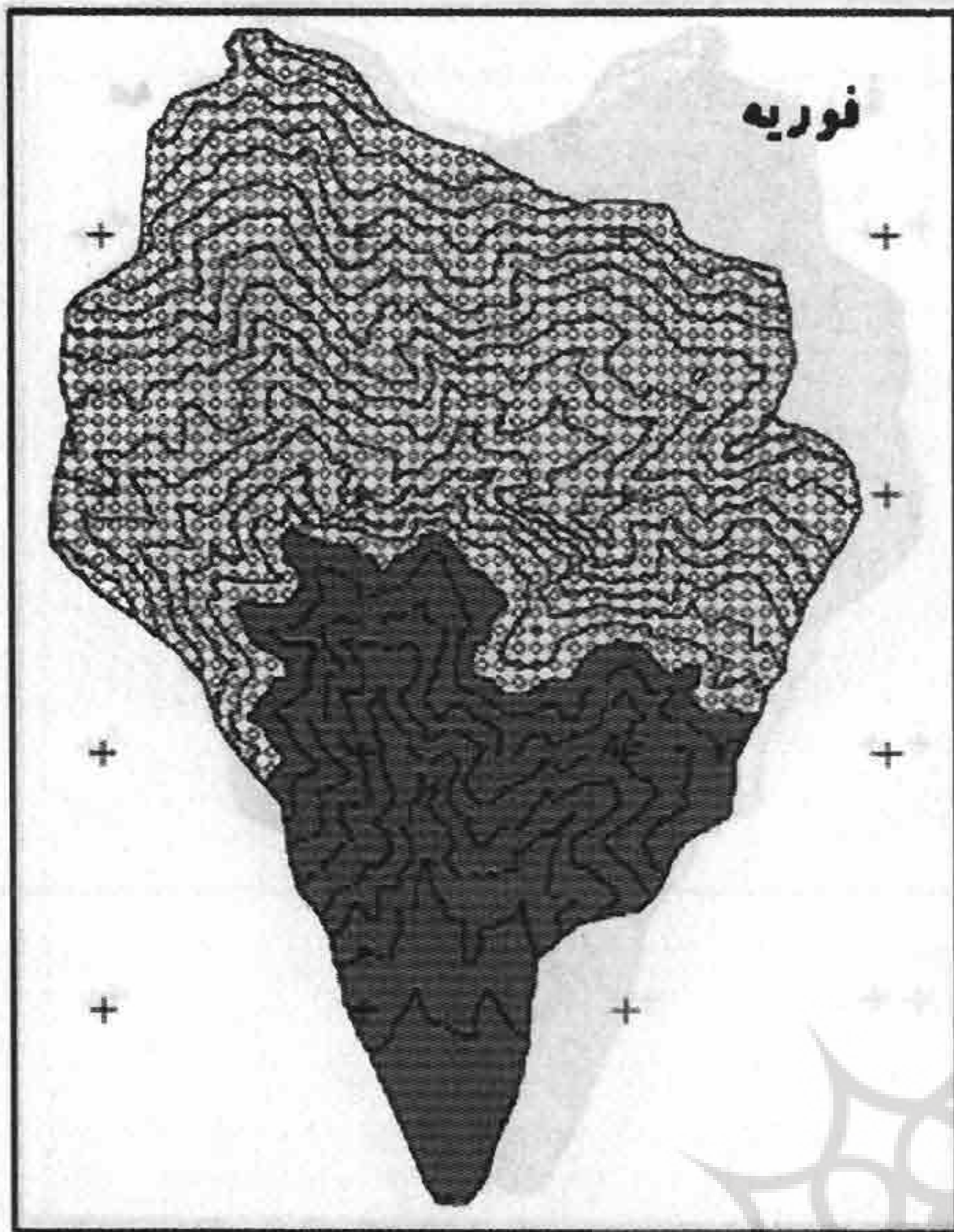
نقشه ۹-۱۲ میانگین سطح پوشیده از برف حوضه در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و آوریل



 پوشیده از برف
 فاند از برف



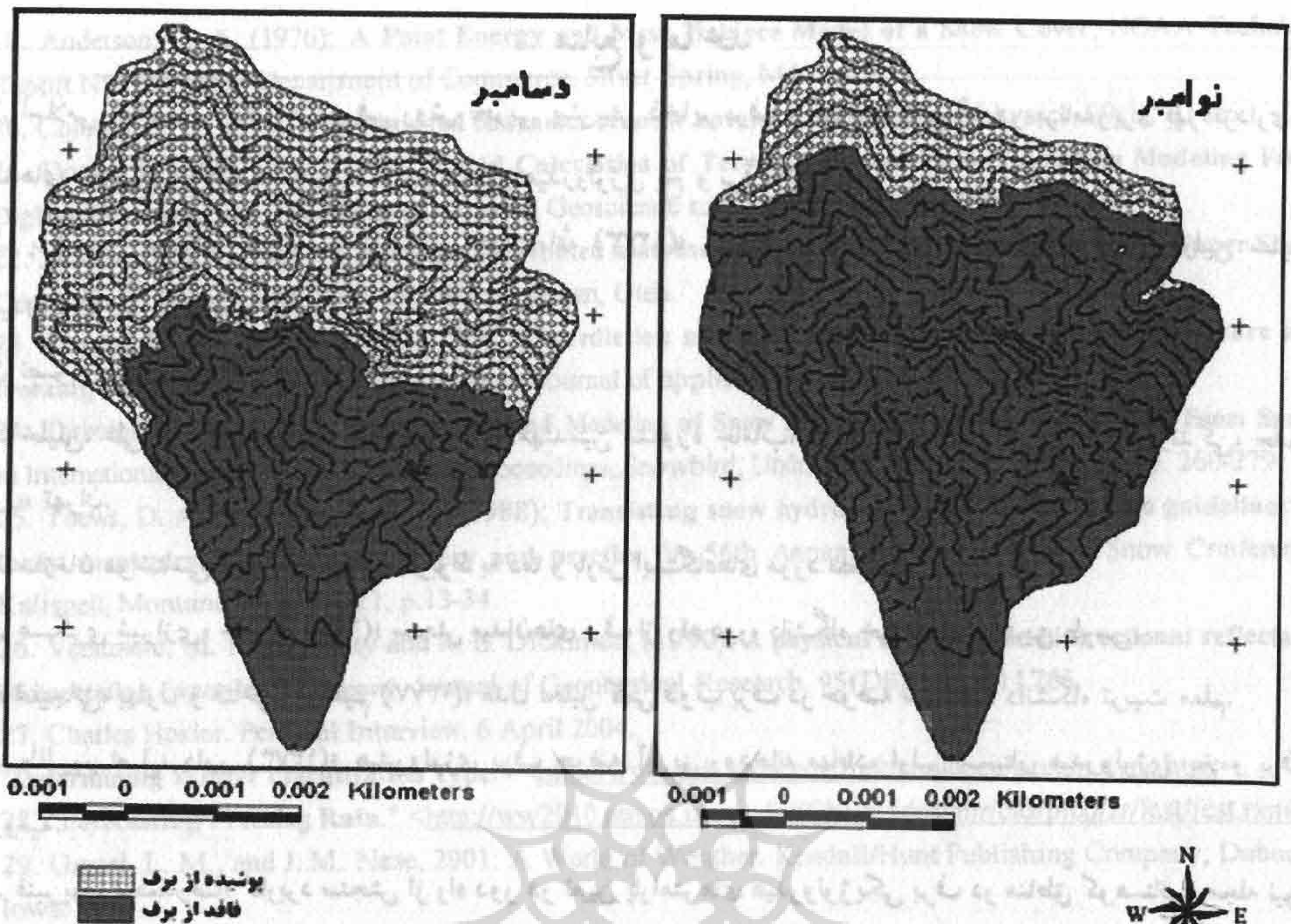
نقشه ۱۳-۱۶ میانگین سطح پوشیده از برف حوضه در ماه‌های مه، اکتبر، نوامبر و دسامبر



پوشیده از برف
 فاقد از برف



نقشه ۱۷-۲۰ حداقل سطح پوشیده از برف حوضه در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و آوریل



نقشه ۲۱-۲۲ حداقل سطح پوشیده از برف در ماه‌های نوامبر و دسامبر

پی‌نوشتها

۱. اسلامی، معرفی روش تجربی پیش‌بینی ذخایر برف و کاربرد نتایج آن در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از سدهای مخزنی دز و شهید عباسپور.
 - عسگری شیرازی، سنجش میدان‌های برف از راه دور.
 - محمدی اهری، و موحد دانش. ع. الف. بررسی مقدماتی تأثیر ذوب برف در جریان رودخانه ليقوان.
 - کیامهر، کاربرد تکنولوژی ماهواره‌ای و سیستم‌های هوابرد لیزری در برآورد و مدیریت بهره‌برداری حوضه‌های برفگیر.
 - طالب‌پور اصل، هیدرولوژی برف حوضه آبریز رودخانه مهاباد.
 - کاویانی، مقدمه‌ای بر میکروکلیماتولوژی برف و یخ.
 - محمدی، مطالعه برف و یخ در آبخیزداری.
۲. ارتفاع ایستگاه مهرآباد به عنوان حداقل و مبنای ارتفاعات در معادلات رگرسیون در نظر گرفته شده است.

منابع و مأخذ

۱. اسلامی، منصوره (۱۳۷۳)؛ معرفی روش تجربی پیش‌بینی ذخایر برف و کاربرد نتایج آن در برنامه‌ریزی بهره‌برداری از سدهای مخزنی دز و شهید عباسپور، اولین سمینار هیدرولوژی یخ و برف، ارومیه.
۲. پرهمت، جهانگیر و رئیسی اردکانی، عزت الله (۱۳۷۳)؛ بررسی ذوب یخ در ارتفاعات زاگرس، اولین سمینار هیدرولوژی یخ و برف، ارومیه.
۳. تصویر ماهواره‌ای Spot، سال ۱۹۹۸.
۴. خلیلی، علی (۱۳۷۰)؛ وزارت نیرو - شرکت مهندسين مشاوره جاماب، طرح جامع آب کشور، بخش بارندگی، جدول اول، تهران.
۵. سازمان هواشناسی کشور، داده‌های مربوط به دما و بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه.
۶. عسکری شیرازی، حسن (۱۳۷۴)؛ سنجش میدان‌های برف از راه دور، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
۷. علیجانی، بهلول و فتاحی، ابراهیم (۱۳۷۷)؛ مدل تحلیل کمی ذوب برف در حوضه سد لیتان، دانشگاه تربیت معلم.
۸. طالبپور اصل، داور (۱۳۷۳)؛ هیدرولوژی برف حوضه آبریز رودخانه مهاباد، اولین سمینار هیدرولوژی یخ و برف، ارومیه.
۹. فنی‌پور، محمدرضا؛ کاربرد سنجش از راه دور در تعیین پارامترهای هیدرولوژیکی برف در مناطق کوهستانی، مجله نیوار شماره ۴۴ و ۴۵، بهار و تابستان ۱۳۸۱.
۱۰. کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۳)؛ مقدمه‌ای بر میکروکلیماتولوژی برف و یخ، اولین سمینار هیدرولوژی یخ و برف، ارومیه.
۱۱. کیا مهر، رامین (۱۳۷۴)؛ کاربرد تکنولوژی ماهواره‌ای و سیستم‌های هوابرد لیزری در برآورد و مدیریت بهره‌برداری حوضه‌های برفگیر، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
۱۲. محمدی، اقبال (۱۳۷۳)؛ مطالعه برف و یخ در آبخیزداری، اولین سمینار هیدرولوژی یخ و برف، ارومیه.
۱۳. مرید، سعید و قائمی، هوشنگ (۱۳۷۳)؛ تحلیل برف در حوضه آبخیز دماوند، وزارت جهاد سازندگی.
۱۴. محمدی اهری، محمدعلی و موحد دانش، علی اصغر (۱۳۷۳)؛ بررسی مقدماتی تأثیر ذوب برف در جریان رودخانه ليقوان، اولین سمینار هیدرولوژی یخ و برف، ارومیه.
۱۵. وزارت جهاد سازندگی (۱۳۷۳)؛ معاونت آبخیزداری، شرکت خدمات مهندسی جهاد، مطالعات مرحله شناسایی توجیهی حوضه آبخیز تهران.
۱۶. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه ۱/25000 حوضه مورد مطالعه.
۱۷. خلیلی، علی (۱۳۷۰)؛ وزارت نیرو، شرکت مهندسين مشاور جاماب، طرح جامع آب کشور، بخش بارندگی، جلد اول، تهران.
۱۸. وزارت نیرو جهاد سازندگی (۱۳۷۳)؛ معاونت آبخیزداری، شرکت مهندسی جواد، مطالعه مرحله شناسایی توجیهی حوضه آبخیز تهران، گزارش هواشناسی، تهران.

19. Anderson, E. A. (1976); **A Point Energy and Mass Balance Model of a Snow Cover**, NOAA Technical Report NWS 19, U.S. Department of Commerce, Silver Spring, Md.
20. Colbeck, S. C., (1991); **The layered character of snow covers**, Reviews of Geophysics, 29(1): 81-96
21. Dozier, J. and J. Frew, (1990); **Rapid Calculation of Terrain Parameters for Radiation Modeling From Digital Elevation Data**, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 28(5): 963-969.
22. Jackson, T.H.R. (1994); **A spatially distributed snowmelt-driven hydrologic model applied to Upper Sheep Creek**. Ph.D. Thesis. Utah State University, Logan, Utah.
23. Kondo, J. and T. Yamazaki, (1990); **A prediction model for snowmelt, snow surfacetemperature and freezing depth using a heat balance method**, Journal of applied meteorology, 29: 375-384.
24. Tarboton, D. G., (1994); **Measurement and Modeling of Snow Energy Balance and Sublimation From Snow**, in International Snow Science Workshop Proceedings, Snowbird, Utah, October 31 to November 2, p. 260-279.
25. Toews, D. A. A. and D. R. Guns, (1988); **Translating snow hydrology research results into guidelines for forest managers; gaps between theory and practice**, in 56th Annual Meeting, Western Snow Conference, Kalispell, Montana, April 19-21, p.13-34.
26. Verstraete, M. M., B. Pinty and R. E. Dickinson, (1990); **A physical model of the bidirectional reflectance of vegetation canopies, 1. Theory**, Journal of Geophysical Research, 95(D8): 11755-11765.
27. Charles Hosler. Personal Interview. 6 April 2004.
- "Determining Winter Precipitation Type." <http://www.crh.noaa.gov/lmk/soo/docu/precip_type.htm>
28. "Forecasting Freezing Rain." <[http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/cld/prcp/zr/fcst/fcst.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/cld/prcp/zr/fcst/fcst.rxml)>
29. Grenci, L. M., and J. M. Nese, 2001: **A World of Weather**. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.
- "Guide to the Weather Symbols." <<http://grads.iges.org/pix/symbolwx.html>>
30. "How to Read a Skew-T/Log P Diagram." <http://meteora.ucsd.edu/weather/cdf/text/how_to_read_skewt.html>